TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TS. TRẦN CẢNH VINH

HÀNG HẢI KỸ THUẬT



DẪN ĐƯỜNG HÀNG HẢI BẰNG VỆ TINH

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
- TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2003 -

MỤC LỤC

CHƯƠNG II

CHƯƠNG III

Lời Nói Đầu

Xác định chính xác vị trí tàu, dẫn đường an toàn và kinh tế luôn là nhiệm vụ thường trực của đội ngũ sĩ quan tàu thuỷ.

Các hệ thống dẫn đường vô tuyến hàng hải lần lượt xuất hiện như : Decca, Loran, Omega, Transit, GPS,.. với kích thước nhỏ, tiêu thụ năng lượng thấp, chức năng ngày càng được mở rộng, độ tin cậy ngày càng cao hơn,... đã và đang đóng một vai trò quan trọng trong ngành điều khiển tàu biển.

Hệ thống dẫn đường hàng hải bằng vệ tinh, kể từ khi mới xuất hiện đã chứng tỏ khả năng ưu việt vượt trội so với các hệ thống khác, và đã được đưa vào sử dụng rộng rãi trong ngành điều khiển tàu biển.

Giáo trình " Dẫn Đường Hàng Hải Bằng Vệ Tinh " trình bày những qui luật cơ bản về chuyển động của vệ tinh nhân tạo, các phương pháp xác định vị trí tàu bằng vệ tinh, cấu trúc, nguyên lý hoạt động và các ứng dụng của hệ thống định vị toàn cầu GPS.

Giáo trình này dùng cho việc học tập và nghiên cứu của sinh viên đại học, học viên sau đại học cũng như sĩ quan thuyền viên các lớp quản lý và vận hành ngành điều khiển tàu biển.

Do thời gian hạn chế, chắc sẽ có những sai sót nhất định. Chúng tôi rất mong nhận được những góp ý để sửa chữa giáo trình này hoàn thiện hơn. Tôi xin cảm ơn ThS. Đỗ Thành Sen, Ks. Lê Tròn Vình đã tham gia sửa bài và bìa và có những ý kiến bổ ích về nội dung của giáo trình.

Tác giả



CHƯƠNG 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ VỆ TINH NHÂN TẠO TRÁI ĐẤT

1.1. NHỮNG QUY LUẬT CƠ BẢN VỀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA VỆ TINH NHÂN TẠO

1.1.1. Qũi đạo chuyển động:

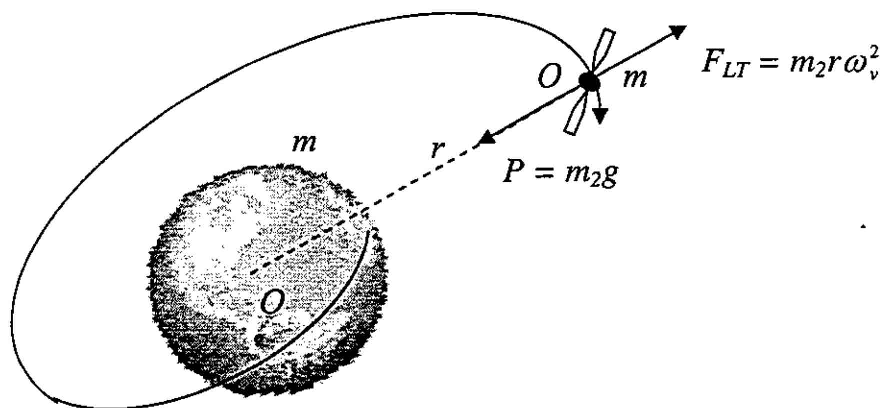
Tất cả các vật đều chịu tác động của các lực hấp dẫn tương hỗ. Chuyển động của các vệ tinh (trong đó có mặt trăng) quanh trái đất, của các hành tinh trong đó có trái đất quay quanh mặt trời... xảy ra dưới tác dụng của các lực tuân theo định luật cơ bản của sự hấp dẫn vũ trụ. Newton đã phát biểu định luật này vào năm 1687: *"Giữa hai vật có khối lượng m_1 và m_2 cách nhau một khoảng r, có các lực hút tương hỗ bằng nhau tác dụng, độ lớn của lực tỉ lệ với tích khối lượng m1 và m2, đồng thời tỉ lệ nghịch bình phương khoảng cách giữa chúng''.*

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (1)$$

Trong đó

G: là hằng số hấp dẫn (G = 6,67.10^{-8}cm $g^{-1}s^{-2}$)

r : khoảng cách giữa hai vật.



Hình 1: Các lực tác động của vệ tinh trên qũi đạo

Chuyển động của các vệ tinh đối với trái đất xảy ra theo một qũi đạo xác định. Dạng của qũi đạo này phụ thuộc vào vận tốc phóng vệ tinh và hướng phóng vệ tinh ban đầu.

Như vậy, vệ tinh hàng hải là những vật thể nhân tạo chỉ quay quanh trái đất do lực hấp dẫn tương hỗ giữa nó và trái đất mà không có một thành phần nào khác tác động vào. Muốn cho vệ tinh chuyển động theo qũi đạo tròn thì trọng lực phải cân bằng với lực ly tâm. Điều kiện này dẫn đến đẳng thức :

$$mg = mr_0 \omega_v^2 \qquad (2)$$

Trong đó

- m: khối lượng của vệ tinh.
- g: gia tốc trọng trường tại điểm cách trái đất một khoảng cách r_0.
- $r_0 = R+H$: khoảng cách từ tâm trái đất đến vệ tinh. R là bán kính trái đất. H là khoảng cách từ điểm đang xét ở bề mặt trái đất đến vệ tinh.
- ω_v: vận tốc góc của vệ tinh đối với tâm trái đất. Gia tốc trọng trường tại điểm cách trái đất một khoảng r_0 và biến đổi theo qui luật bình phương :

$$g = g_0\left(\frac{R}{r_0}\right)^2 \qquad (3)$$

Trong đó: g_o là gia tốc trọng trường trên bề mặt trái đất (tại độ cao H = 0)

Như vậy, biểu thức (2) có thể biến đổi như sau :

$$g = g_0\left(\frac{R}{r_0}\right)^2 = r_0\,\omega_v^2 \qquad (4)$$

Nếu qũi đạo là đường tròn thì vận tốc của vệ tinh được biểu diễn qua vận tốc thẳng :

$$\omega_v = \frac{V_v}{r_0} \qquad (5)$$

Thay (5) vào (4) ta sẽ xác định được vận tốc thẳng của vệ tinh khi chuyển động theo qũi đạo tròn :

$$V_V = R.\sqrt{\frac{g_0}{R+H}} \quad (6)$$

Thừa nhận giá trị R = 6371 Km, g_0 = 9,81m/s^2 và đặt K = H/R thì biểu thức (6) được rút gọn như sau:

$$V_V = \frac{7,91}{\sqrt{1+K}} \quad (6')$$

Tốc độ mà vệ tinh chuyển động theo qũi đạo tròn trên bề mặt trái đất (H = 0, K = 0) được gọi là tốc độ tròn hay tốc độ vũ trụ cấp 1 (V_1 = V_V = 7,91 Km/s). Khi được phóng với vận tốc vũ trụ cấp 1 và hướng theo phương song song với mặt đất, vệ tinh sẽ bay theo qũi đạo tròn.

Thời gian vệ tinh bay hết một vòng quanh trái đất theo qũi đạo tròn có bán kính r_0 sẽ bằng :

$$T_1 = \frac{2\pi r_0}{V_1} \quad (7)$$

Bảng dưới cho biết các giá trị vận tốc vũ trụ cấp 1 và chu kỳ bay của vệ tinh đối với qũi đạo tròn ở các độ cao khác nhau:

H (Km)	0	250	1.000	35.870
T_1 (phút)	84,4	89	105,7	1.440
V_1 (km/s)	7,91	7,76	7,35	3,07

Bảng 1: Bảng các tương quan giữa độ cao và chu kỳ quay của vị tinh ở tốc độ vũ trụ cấp 1.

Nếu vệ tinh có độ cao tăng lên thì tốc độ chuyển động của vệ tinh sẽ giảm xuống và chu kỳ bay tăng lên.

Nếu ta phóng vệ tinh với vận tốc ngang $V_2 = \sqrt{2}\,V_1$ thì vệ tinh sẽ được giải phóng khỏi tác dụng của lực hút trái đất đi ra không gian bên ngoài theo đường Parabola. Thật vậy, để vệ tinh thoát khỏi tác dụng của trái đất thì nó phải thắng công của lực hấp dẫn trái đất. Nghĩa là động năng ban đầu của vệ tinh ít nhất phải bằng công của

lực hấp dẫn trái đất sinh ra từ lúc vệ tinh được phóng đi (r_o=R+H) đến khi vệ tinh ra xa vô cùng (r_o=∞):

$$\tfrac{1}{2}.mV_v^2 = \int_{R+H}^{\infty} |F|\, dr \qquad \text{(F là lực hấp dẫn)}$$

⇨ $mV_v^2 = 2GmM/(R+H)$

⇨ $V_v^2 = 2GM/(R+H)$

⇨ $V_v^2 = 2g_0R^2/(R+H)$ (do $g_o = GM/R^2$)

Theo (6) => $V_v = \sqrt{2}V_1$

Tại bề mặt trái đất vận tốc $V_v = V_2 = 11,2$ km/s, vận tốc này gọi là vận tốc vũ trụ cấp hai hoặc vận tốc giải phóng.

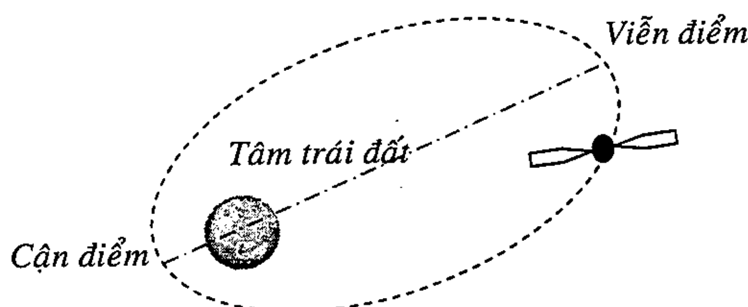
1.1.2. Qũi đạo chuyển động hình ellipse

1.1.2.1. Ba định luật của KEPLER:

a. Định luật thứ nhất của Kepler:

Chuyển động lý tưởng của một vệ tinh tạo bởi chỉ một trường trọng lực trọng tâm duy nhất được gọi là chuyển động Kepler. Cần chú ý rằng các định luật Kepler có giá trị với bất kỳ trường trọng tâm nào, kể cả trường trọng lực hoặc những trường khác. Định luật Kepler phát biểu như sau :

"Các chuyển động tương đối so với hệ xích kinh (hệ RA – right ascension) diễn ra trong một mặt phẳng cố định chứa trọng tâm của trái đất. Qũi đạo của chuyển động là 1 hình ellipse nhận trọng tâm của trái đất làm một tiêu điểm của nó".



Hình 2a

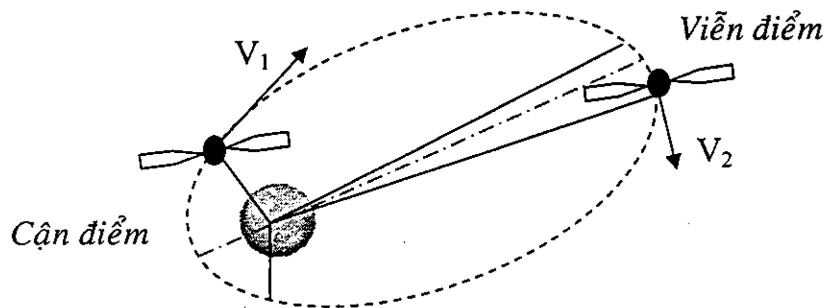
\+ Điểm gần tâm trái đất nhất trên qũi đạo gọi là cận điểm (Perigee).

\+ Điểm xa tâm trái đất nhất trên qũi đạo gọi là viễn điểm (Apogee).

\+ Hình dạng và kích thước của qũi đạo ellipse là một hằng số.

b. Định luật thứ hai của Kepler:

"Các vector bán kính đi qua vệ tinh quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau."



Hình 2b: Diện tích hai hình quạt phải bằng nhau

Sở dĩ có hiện tượng này là vì tổng năng lượng của vệ tinh cần phải được bảo toàn. Mỗi vệ tinh đều có thế năng và động năng:

- Thế năng chỉ chịu ảnh hưởng của trường trọng lực, nó có giá trị nhỏ nhất khi vệ tinh gần vật thể hấp dẫn nhất là trái đất (tức tại cận điểm) và nó có giá trị lớn nhất tại viễn điểm.
- Động năng là hàm của tốc độ vệ tinh.

Vì vậy, để tổng thế năng và động năng không đổi thì động năng (và do đó tốc độ của vệ tinh) phải thay đổi, tức là tốc độ vệ tinh phải lớn nhất tại cận điểm và nhỏ nhất tại viễn điểm.

c. Định luật thứ ba của Kepler:

"Tỷ số giữa tích của bình phương chu kỳ chuyển động của vệ tinh quanh trái đất với tổng khối lượng của vệ tinh và trái đất và lập phương bán trục lớn của ellipse qũi đạo là một đại lượng không đổi (bằng 4 π^2/G) và đối với mọi cặp vật đều có giá trị như nhau."

Định luật thứ ba của Kepler được diễn đạt bằng công thức :

$$T^2 \frac{(M+m)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} = \text{const} \qquad (8)$$

Trong đó T : chu kỳ của vệ tinh trên qũi đạo

a : bán trục lớn của ellipse

M : khối lượng trái đất

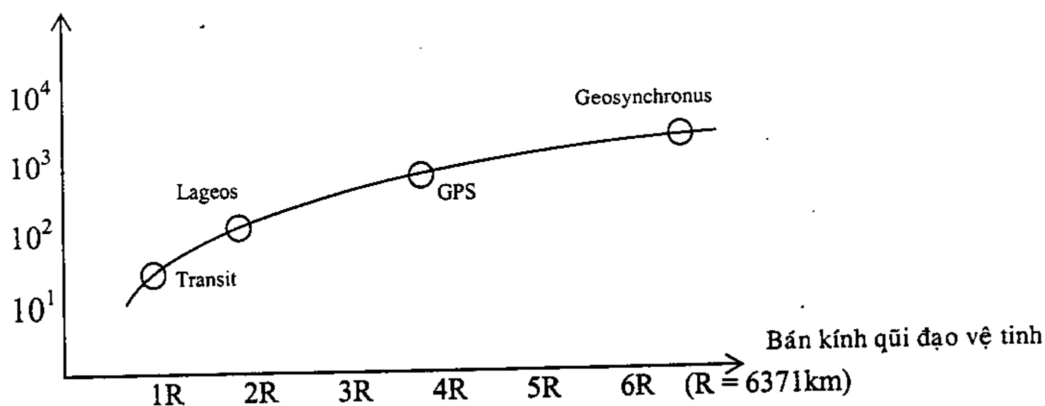
m : khối lượng vệ tinh

G : hằng số hấp dẫn vũ trụ $G = 6{,}67.\ 10^{-8}\ cm^3\ g^{-1} s^{-2}$

Do khối lượng của vệ tinh nhỏ hơn rất nhiều so với khối lượng trái đất nên công thức (8) có thể viết thành :

$$\frac{T^3 M}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G} = \quad (m \ll M) \qquad (8')$$

Hệ quả trực tiếp của định luật này là các vệ tinh GPS với bán kính qũi đạo gần 4 lần bán kính trái đất sẽ có chu kỳ khoảng 12 giờ.

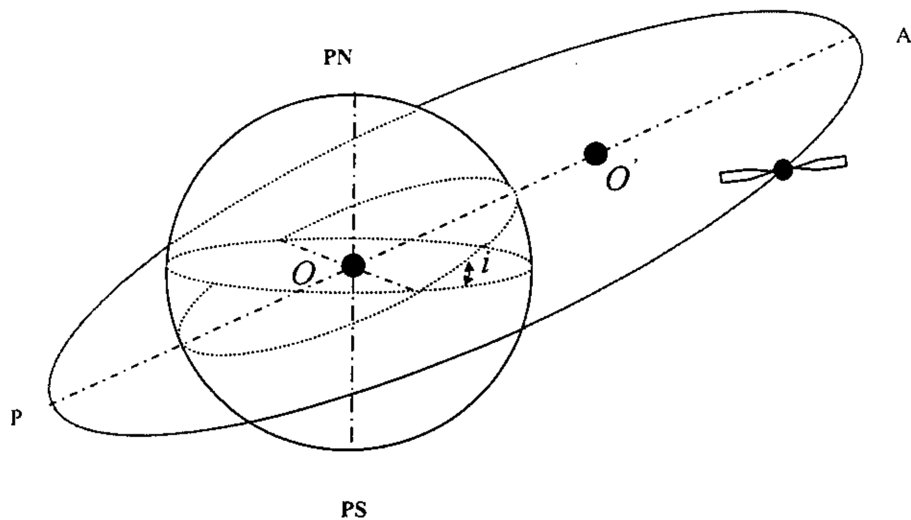


Hình 3

1.1.2.2. Qũi đạo ellipse của vệ tinh:

Các qũi đạo chuyển động của các vật ở trong trường hấp dẫn của trái đất ứng với các vận tốc nằm ngang trong giới hạn tốc độ vũ

trụ cấp 1 (7,91 Km/s) và tốc độ vũ trụ cấp 2 (11,2 Km/s) là các ellipe. Điều này phù hợp với định luật Kepler thứ nhất.



Hình 4: mô tả qũi đạo chuyển động của vệ tinh.

Trên qũi đạo:

- Điểm gần tâm trái đất nhất gọi là cận điểm (P).
- Điểm xa tâm trái đất nhất gọi là viễn điểm (A).
- Đường A P gọi là trục qũi đạo
- O, O' gọi là hai tiêu điểm của ellipse.
- i : góc nghiêng qũi đạo (góc giữa mặt phẳng qũi đạo và mặt phẳng xích đạo).
- Ω : Xích kinh của điểm mọc trên qũi đạo.
- ω : Khoảng cách góc tính từ cận điểm đến vị trí vệ tinh.

Chu kỳ của vệ tinh trên qũi đạo ellipse được tính tuân theo định luật Kepler thứ ba :

Từ công thức (8') => $T = \sqrt[2]{\dfrac{a^3}{GM}}$ (9)

Thay các giá trị $G = 6{,}67.10^{-8} g^{-1} s^{-2}$

$M = 5{,}976 \,.\, 10^{27}$ g (khối lượng trái đất)

Ta tính được :

$$T = 1{,}66.10^{-4}.a^{3/2} \qquad (10)$$

Bán trục lớn a của qũi đạo ellipse được xác định bằng mối liên hệ giữa độ cao qũi đạo với tỷ lệ tốc độ vệ tinh theo qũi đạo ellipse và tốc độ tròn :

$$a = \frac{r}{2-\left(\frac{V}{V_1}\right)^2} \qquad (11)$$

Hay: $$a = R + \frac{H_A + H_\pi}{2} \qquad (12)$$

Với : H_A là độ cao viễn điểm

H_π là độ cao cận điểm.

r là bán kính điểm đầu qũi đạo.

Vị trí của vệ tinh trên qũi đạo được coi là xác định đối với người quan sát ở trái đất chỉ khi đã tính toán được 6 thành phần Keppler :

(1) Góc nghiêng i của mặt phẳng quĩ đạo so với mặt phẳng xích đạo.

(2) Xích kinh Ω của điểm mọc trên qũi đạo (tính từ điểm xuân phân γ).

(3) Khoảng cách góc ω từ cận điểm đến điểm mọc của qũi đạo.

(4) Tâm sai của qũi đạo :

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = \frac{H_A - H_\pi}{2a} \qquad (13)$$

Với a, b là bán trục của ellipse.

(5) Hệ số qũi đạo :

$$x = \frac{b^2}{a^2} \qquad (14)$$

(6) Thời gian chuyển dịch của vệ tinh từ cận điểm đến điểm mọc của vệ tinh trên qũi đạo.

Năm thành phần đầu đặc trưng vị trí của qũi đạo vệ tinh và hướng chuyển động của nó. Thành phần thứ 6 dùng để xác định vị trí vệ tinh trên qũi đạo của nó.

Do đó muốn xác định vị trí tàu bằng vệ tinh thì trước hết ta phải biết được các toạ độ của vệ tinh tại thời điểm quan sát. Việc tính toán được tiến hành trên cơ sở 6 thành phần Keppler đã nêu ở trên.

Khi nghiên cứu vệ tinh và hệ thống và hệ thống hàng hải vệ tinh, một vấn đề ta cần quan tâm là thời gian tồn tại của vệ tinh trên qũi đạo. Tuổi thọ của vệ tinh phụ thuộc vào lực cản khí quyển, khối lượng của vệ tinh và kích thước của vệ tinh (đường kính thiết diện cắt ngang của vệ tinh: d). Bảng dưới cung cấp cho ta các số liệu liên quan đến tuổi thọ của vệ tin:

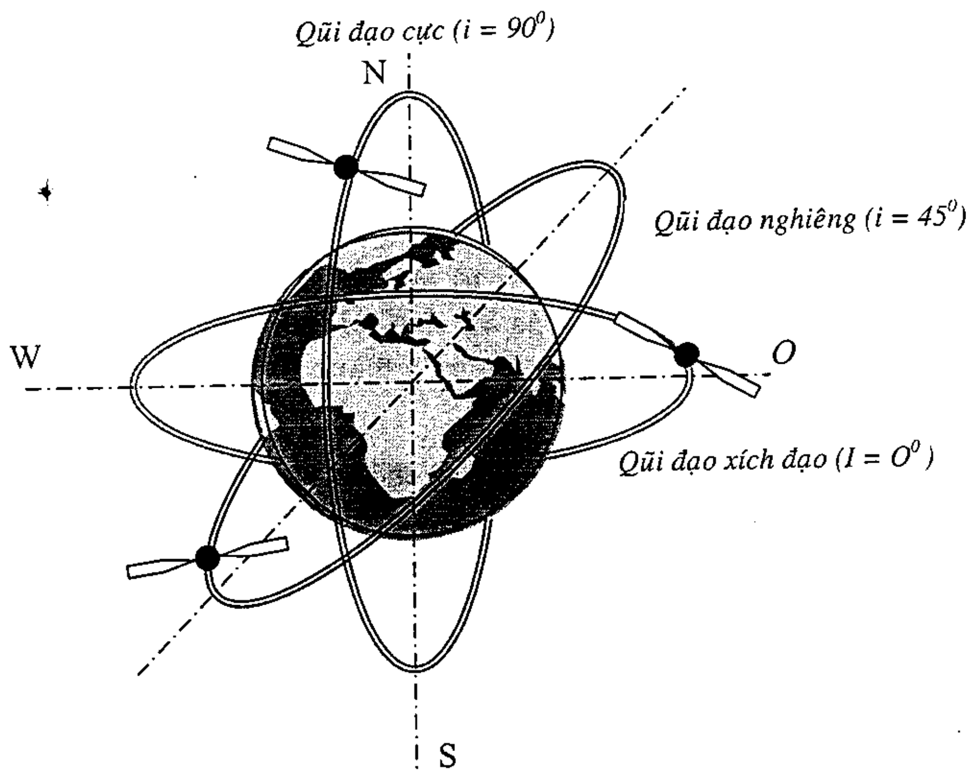
Độ cao trung bình của qũi đạo H (Km)	Chu kỳ T (giờ)	G = 100kg		G = 500kg	
		d = 0,5m	d = 1m	d = 0,5m	d = 1m
500	1,58	14,5 năm	4 năm	72 năm	18 năm
1000	1,75	> 100 năm	62 năm	Vài trăm năm	

Bảng 2: Bảng các thông số liên quan đến tuổi thọ của vệ tinh.

1.2. PHÂN LOẠI QŨI ĐẠO VỆ TINH VÀ ĐẶC TÍNH CỦA CHÚNG :

Trong lĩnh vực hàng hải phương pháp ứng dụng vệ tinh phụ thuộc rất lớn vào qũi đạo vệ tinh. Chính vì thế ta cần phân loại vệ tinh, xác định vùng nhìn thấy vệ tinh và khoảng thời gian quan sát vệ tinh trên các qũi đạo khác nhau.

Qũi đạo vệ tinh là vết di chuyển của vệ tinh so với tâm trái đất. Mặt phẳng qũi đạo luôn đi qua tâm trát đất, việc phân loại qũi đạo vệ tinh dựa trên 2 thông số: góc nghiêng I trên mặt phẳng qũi đạo và mặt phẳng xích đạo và độ cao H của qũi đạo trên bề mặt trái đất.



Hình 5: mô tả các qũi đạo của vệ tinh.

Theo dấu hiệu thứ nhất, qũi đạo vệ tinh được phân thành:

- Qũi đạo xich đạo: $I = 0^0$
- Qũi đạo nghiêng: $0^0 < I < 90^0$
- Qũi đạo cực: $I = 90^0$

Theo dấu hiệu thứ hai, qũi đạo vệ tinh được phân thành:

- Qũi đạo thấp H < 5000 Km
- Qũi đạo cao H > 5000 Km

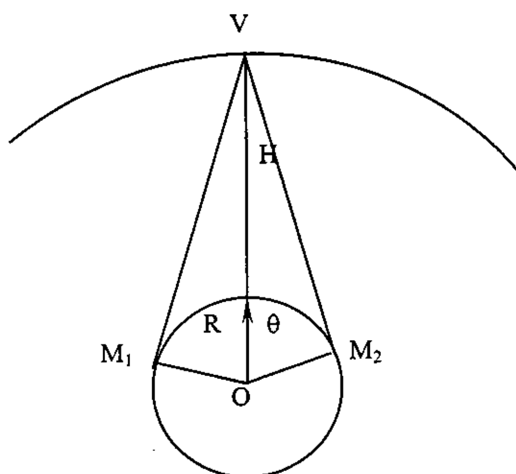
Những vệ tinh chuyển động theo qũi đạo thấp (H nhỏ hơn 5000 Km) được gọi là những vệ tinh chuyển dịch nhanh.

Khi vệ tinh bay theo qũi đạo có độ cao 35.870 Km người ta gọi qũi đạo đó là qũi đạo đồng bộ. Những vệ tinh được phóng lên qũi đạo đồng bộ và góc nghiêng $I = 0^0$ (qũi đạo xích đạo đồng bộ) gọi là những vệ tinh địa tĩnh. Chu kỳ quay của vệ tinh đúng bằng một ngày

đêm ($23^h56^m04^s1 \approx 24$ giờ). Như vậy vệ tinh địa tĩnh luôn bị treo cố định trên một điểm xác định trên bề mặt trái đất.

Trong lĩnh vực hàng hải vệ tinh địa tĩnh và vệ tinh chuyển dịch nhanh được sử dụng rộng rãi. Sau đây chúng ta khảo sát đặc tính của các vệ tinh trên.

1.2.1. Vệ tinh địa tĩnh:



Hình 6: Vệ tinh địa tĩnh.

Hình 6 mô tả vệ tinh địa tĩnh (V) trên qũi đạo. Việc quan sát vệ tinh có thể tiến hành trong giới hạn góc ở tâm chắn bởi bán kính OM_1 và OM_2 (cung S)

Xét tam giác OM2V ta có:

$$\sec\frac{\theta}{2} = 1 + \frac{H}{R} \qquad (15)$$

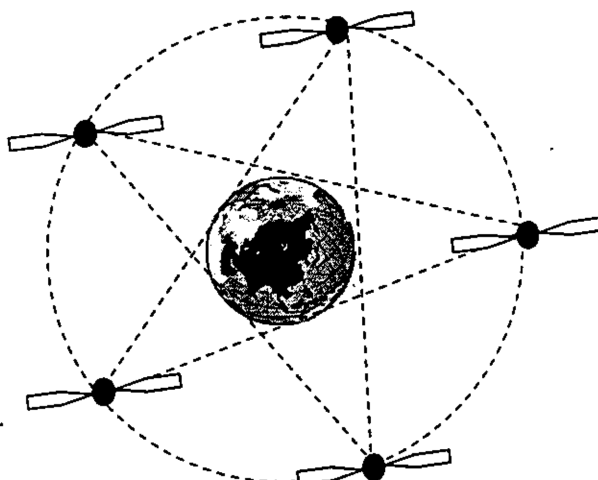
Đưa giá trị H = 35870 Km và R = 6371 (km) vào biểu thức trên ta tính được:

$$\text{Sec}\frac{\theta}{2} = 6{,}61 \Rightarrow \theta = 162^0$$

Như vậy đối với vệ tinh địa tĩnh, vùng quan sát được giới hạn trong phạm vi góc ở tâm $\theta = 162^0$

Để thu được các tín hiệu từ vệ tinh có độ tin cậy cao thì các vệ tinh phải có độ cao không nhỏ hôn 10^0 trên đường chân trời. Nếu độ

cao vệ tinh dưới 10^0 thì các tín hiệu bị ảnh hưởng nhiễu lớn và như vậy giới hạn vùng quan sát bị thu hẹp. Phân tích hình 6 và kết quả ở trên ta thấy một vệ tinh địa tĩnh không thể bao quát tất cả các kinh tuyến trên trái đất. Muốn sử dụng vệ tinh địa tĩnh để xác định vị trí tàu tối thiểu phải phóng lên qũi đạo xích đạo đồng bộ 3 vệ tinh. Muốn xác định đồng thời quan sát 2 vệ tinh thì phải phóng lên qũi đạo xích đạo 5 vệ tinh (hình 7). Khi đó tại bất cứ điểm nào trên bề mặt trái đất trong phạm vi $81^0S < \varphi < 81^0N$ đều có khả năng xác định vị trí tàu bằng hai vệ tinh địa tĩnh. Riêng đối với khu vực cực $\varphi \geq 81^0$ thì không có khả năng xác định vị trí tàu vì không quan sát thấy vệ tinh.



Hình 7: phân bố 5 vệ tinh địa tĩnh.

Để cho hệ thống sử dụng toàn cầu ta phải bổ sung 2 vệ tinh bay trên qũi đạo cực. Như thế muốn sử dụng vệ tinh địa tĩnh để xác định vị trí tàu liên tục theo 2 vệ tinh quan sát đồng thời trên phạm vi toàn cầu, chúng ta phải phóng 5 vệ tinh địa tĩnh lên qũi đạo xích đạo và 2 vệ tinh lên qũi đạo cực.

Một phương án khác để vùng quan sát vệ tinh bao phủ toàn bộ bề mặt trái đất được thực hiện như sau : thay thế vệ tinh địa tĩnh bằng những vệ tinh gần địa tĩnh ($I = 5^0 \div 7^0$). Vùng quan sát của các vệ tinh gần địa tĩnh sẽ dịch chuyển theo theo chu kỳ về hướng Bắc - Nam và tuần tự bao phủ vùng cực Bắc - Nam.

Qua khảo sát đặc tính vệ tinh địa tĩnh ta thấy chúng có những ưu điểm cơ bản :

- Tọa độ của vệ tinh địa tĩnh cố định;
- Việc tính toán vị trí quan sát sẽ đơn giản;

Nhưng vệ tinh địa tĩnh có những nhược điểm sau :

- Để xác định vị trí tàu, cần phải xuất hiện 2 vệ tinh trong vùng nhìn thấy nên giá thành hệ thống tăng lên.
- Không thể áp dụng phương pháp vận tốc có độ chính xác cao để xác định vị trí tàu trên những đối tượng di chuyển chậm (như tàu thủy)
- Do cách xa trái đất 35.670 Km nên vệ tinh phải có thiết bị khuyếch đại chuyển tiếp với công suất lớn.
- Do góc cắt của các đường vị trí dưới một góc quá nhọn ở vùng xích đạo nên độ chính xác vị trí tàu xác định bằng vệ tinh rất thấp ở vùng xích đạo.

Qua phân tích các ưu, nhược điểm của vệ tinh địa tĩnh ta thấy rằng vệ tinh địa tĩnh không thuận tiện để xác định vị trí tàu mà chỉ thuận tiện sử dụng mục đích thông tin liên lạc. Một vệ tinh nhân tạo cho phép các trạm mặt đặt liên lạc với nhau bằng các kênh trực tiếp không cần qua các trạm thu và khuyếch đại trung gian, do vậy làm tăng chất lượng của các kênh đó và đơn giản hóa mạng lưới liên lạc. Một vệ tinh đảm bảo hàng chục ngàn kênh liên lạc điện thoại. Nhờ vệ tinh địa tĩnh có thể liên lạc được giữa các điểm bị cản trở bởi các điều kiện thiên nhiên như biển, đại dương, núi.

1.2.2. Vệ tinh chuyển dịch nhanh

Những vệ tinh bay trên qũi đạo thấp (H < 5000 Km) là những vệ tinh chuyển dịch nhanh. Khi lựa chọn các thông số của qũi đạo (độ cao H và góc nghiêng *i*), ta cần phải chú ý đến các yêu cầu sau :

- Ảnh hưởng của điều kiện bên ngoài làm thay đổi qũi đạo phải rất nhỏ và sự thay đổi này có thể dự đoán trước một thời gian nhất định thông qua những tham số chuyển động của vệ tinh với độ chính xác cao.

- Độ cao của qũi đạo vệ tinh phải đảm bảo vùng nhìn thấy vệ tinh có kích thước cần thiết và khoảng thời gian vệ tinh nằm trong vùng quan sát phải lớn nhất.
- Hướng của qũi đạo phải đảm bảo khoảng thời gian quan sát vệ tinh lớn nhất trong khu vực có mật độ tàu qua lại lớn như Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương, Thái Bình Dương,. . .

Qua phân tích các yêu cầu trên ta thấy những vệ tinh được phóng lên qũi đạo cực (i = 90) và qũi đạo nghiêng (có 0 < i < 90) với độ cao H = 1000 Km hoàn toàn thỏa mãn. Bay trên độ cao này vệ tinh chịu tác động của lực cản khí quyển nhỏ, cho phép chúng ta dự đoán trước vị trí vệ tinh trên qũi đạo với độ chính xác cao và thời gian tồn tại vệ tinh lớn.

1.2.3. Vùng nhìn thấy vệ tinh

Vệ tinh bay trên độ cao H, vùng nhìn thấy vệ tinh trên bề mặt trái đất là diện tích quan sát giới hạn bởi vòng tròn nhỏ với đường kính S (hình 6).

Trên vệ tinh, người ta sử dụng sóng vô tuyến dải mét. Sóng này lan truyền xuống trái đất theo định luật quang học và hình học với hệ số khúc xạ nhỏ. Do đó đường kính cầu S được xác định phù hợp với bản chất hình học mô tả trên hình 6.

$$S = R.\theta \qquad (\theta \text{ được tính bằng radian})$$

$$\text{Do} \qquad \sec\frac{\theta}{2} = 1 + \frac{H}{R}$$

$$\Rightarrow \qquad S = 2R.\text{arc sec}\left(1 + \frac{H}{R}\right) \qquad (16)$$

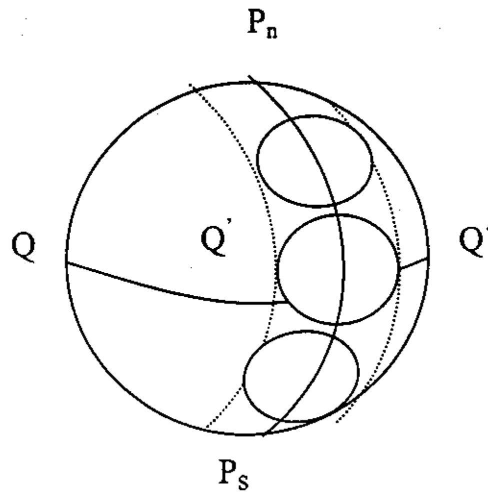
Để phù hợp với đơn vị radian của góc thì biểu thức trên có thể chuyển thành:

$$S = \frac{2R}{57^0 3}\ \text{arc sec}\left(1 + \frac{H}{R}\right) \qquad (16')$$

Thay giá trị R = 6.371 Km vào biểu thức (16') ta nhận được công thức tính đường kính vùng nhìn thấy vệ tinh.

$$S = 222{,}4 \text{ arc sec} \left(1 + \frac{H}{R}\right) \text{ (Km)}$$

Hay $$S = 120. \text{ arc sec} \left(1 + \frac{H}{R}\right) \text{ (Nm)} \qquad (17)$$



Hình 8

Nếu ta xét vệ tinh bay trên qũi đạo cực với độ cao H = 1.000 Km thì S = 6.716 km = 3.624 Nm và chu kỳ T = 107 phút. Trong thời gian này, trái đất tự quay quanh mình nó và làm dịch khu vực nhìn thấy về phía tây một khoảng :

$$d = 15. \sin i. \cos \varphi . T \qquad (18)$$

Theo công thức trên ta tính được các giá trị chuyển dịch về phía tây của cực nhìn thấy tương ứng với vĩ độ người quan sát :

- Ở vĩ độ $\varphi = 0^0$ thì d = 1.575 hải lý
- Ở vĩ độ $\varphi = 30^0$ thì d = 1.562 hải lý
- Ở vĩ độ $\varphi = 60^0$ thì d = 788 hải lý
- Ở cực $\varphi = 0^0$ thì d = 0

Ta thấy ở một vĩ độ, giá trị chuyển dịch về phía Tây của cực nhìn thấy đều nhỏ hơn đường kính vùng nhìn.

Nếu tính mặt bao phủ chuyển dịch theo phần trăm : $\left(\frac{S-d}{S}\right).100\%$,

ta có kết quả sau :

- Ở cực mặt bao phủ chiếm 100% vùng nhìn thấy.
- Ở vĩ độ $\varphi = 60^0$ mặt bao phủ chiếm 78%.
- Ở xích đạo mặt bao phủ chiếm 75% vùng nhìn thấy.

Như vậy ở vĩ độ càng cao việc quan sát vệ tinh (hay việc xác định vị trí tàu) trên qũi đạo cực tiến hành nhiều hơn so với vĩ độ thấp.

Trong lĩnh vực ứng dụng vệ tinh hành hải, thời gian quan sát vệ tinh có một ý nghĩa rất lớn. Tất nhiên khoảng thời gian quan sát sẽ được xác định bằng thời gian dịch chuyển của vùng nhìn thấy qua vị trí quan sát. Khi người quan sát đứng yên trên mặt phẳng qũi đạo vệ tinh thì khoảng thời gian lớn nhất quan sát vệ tinh được xác định bằng biểu thức :

$$\Delta T = T_M - T_L = \frac{\theta.T}{360^0} \qquad (19)$$

Trong đó: T là thời điểm mọc và lặn của vệ tinh

Đối với vệ tinh bay trên qũi đạo có độ cao H = 1.000 Km với chu kỳ quay 107 phút thì thời gian lớn nhất có thể quan sát thấy vệ tinh được tính toán như sau :

Từ biểu thức (15) : $\sec\frac{\theta}{2} = 1 + \frac{H}{R}$, ta tính được $\theta = 60^0 4$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{60^0 4 \times 107}{360^0} = 17,5 \text{ phút} \approx 18 \text{ phút}$$

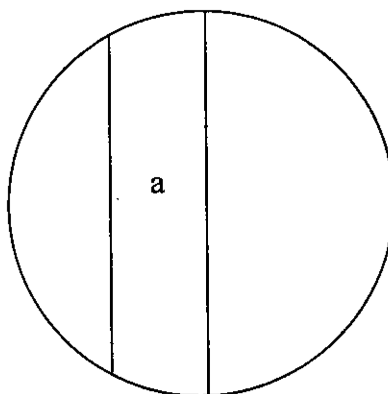
Thời gian lớn nhất có thể quan sát thấy vệ tinh là 18 phút. Khi người quan sát ở trên những vật di chuyển chậm như tàu biển thì ta có thể bỏ qua sự duy chuyển này so với tốc độ bay của vệ tinh.

Nếu ta quan sát nằm ngoài mặt phẳng qũi đạo vệ tinh 1 khoảng a thì khoảng thời gian quan sát sẽ nhỏ hơn, cụ thể là :

Giả sử a = 2.820Nm thì :

$$\Delta_t = \frac{\Delta T_{max}.a}{S}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{18 \times 2.820}{3.624} = 14 \text{ phút}$$



Hình 9

Trong trường hợp trên ta thấy với vệ tinh chuyển dịch nhanh, chỉ có thể quan sát thấy trong một khu vực giới hạn của bề mặt trái đất và trong một ngày đêm nó hoàn thành một số vòng quay trái đất là:

$$N = \frac{24 \times 60}{107} = 13{,}5 \approx 14 \text{ vòng}$$

Trong thời gian 107 phút của vòng quay vệ tinh thì trái đất tự quay được một góc:

$$X = \frac{360^0.107}{24.60} = 26^0$$

Vì thế, vùng nhìn thấy sẽ gấp 2 lần ở xích đạo và 4 lần ở vĩ độ 60^0.

Muốn xác định vị trí tàu đối với vệ tinh dịch chuyển nhanh, ta phải phóng 6 vệ tinh theo qũi đạo cực, nhưng việc xác định sẽ rời rạc. Muốn không rời rạc phải phóng 24 vệ tinh.

1.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG VỆ TINH

Dù sử dụng phương pháp nào thì điều cần thiết là vệ tinh phải nằm trong tầm nhìn hình học. Về phương diện hình học ta có 5 phương pháp chủ yếu để xác định vị trí tàu bằng vệ tinh nhân tạo.

(1) Phương pháp đo độ cao của vệ tinh. Phương pháp này kết hợp với phương vị của vệ tinh để xác định vị trí tương tự như thiên văn hàng hải.

(2) Phương pháp đo khoảng cách nghiêng đến vệ tinh.

(3) Phương pháp đo vận tốc hướng tâm.

(4) Phương pháp đo hiệu khoảng cách (còn gọi là phương pháp Doppler). Phương pháp này được sử dụng trong hệ thống TRANSIT.

(5) Phương pháp đo các khoảng cách đồng thời. Phương pháp này được sử dụng trong hệ thống định vị toàn cầu GPS.

Trên quan điểm sử dụng kỹ thuật vô tuyến để xác định vị trí tàu, ta có thể phân loại các phương pháp như sau:

(1) Biên độ và pha để xác định hướng ngắm của vệ tinh.

(2) Pha và thời gian để xác định khoảng cách tới vệ tinh.

(3) Tần số để xác định vận tốc hướng tâm và hiệu khoảng cách.

1.3.1. Phương pháp đo độ cao (góc ngẩng) vệ tinh.

Thực chất của phương pháp đo độ cao vệ tinh là đo góc liên hệ đến hướng của vệ tinh (hình 9a).

Giả sử người quan sát ở điểm M_1 đo độ cao vệ tinh V. Như vậy người quan sát sẽ nằm trên đường cao vị trí M_1 M_2. Đó là cung tròn có bán kính cầu D. Do vệ tinh nằm ở gần Trái Đất nên góc thị sai p rất lớn, chính vì thế khi tính toán ta không thể bỏ qua góc thị sai.

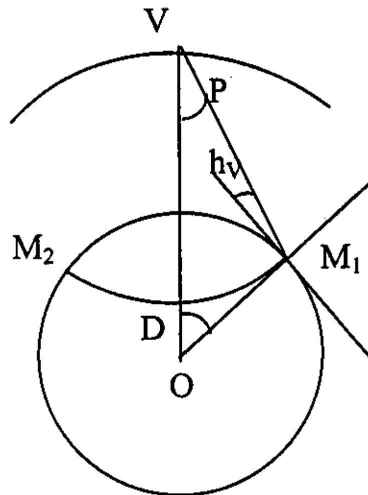
Xét tam giác VOM_1:

$$P = 180^0 - D - (90^0 + h_v)$$

$$= 90^0 - (D + h_v)$$

Áp dụng định lý Sin trong tam giác VOM1 ta có:

$$\frac{\sin(90^0 + h_v)}{\sin p} = \frac{H + R}{R}$$



Hình 9a

Từ đó rút ra:

$$\text{Cos}(D+h_v) = \cos h_v \frac{R}{R+H} \qquad (20)$$

Từ công thức (20), ta tìm được D, nghĩa là xác định được vòng đẳng cao. Nếu tại thời điểm quan sát với tọa độ dự đoán (φ_c, λ_c) ta tính được độ cao h_c và phương vị A_c của vệ tinh trên cơ sở tọa độ cực nhìn thấy (hình chiếu của vệ tinh trên bề mặt trái đất) thì ta xác định được thông số của đường vị trí độ cao vệ tinh :

$$\Delta h = \frac{h_v - h_c}{g} \quad \text{và} \quad A_c$$

Cách ứng dụng đường cao vị trí vệ tinh giống như các thông số của đường cao vị trí khi quan sát mặt trời hoặc các vì sao trong thiên văn hàng hải. Nhưng có điểm khác nhau cơ bản đối với vệ tinh hàng hải, gradiant của đường cao vị trí không bằng 1 như đối với thiên văn hàng hải.

Từ hình 9 ta rút ra:

+ Khoảng cách đỉnh: $Z_v = D + p$

+ Thay giá trị của $p = \text{Arcsin}\left[\frac{R}{R+h}\cos h_c\right]$ vào và lấy đơn vị z_v là radiant, ta sẽ có:

$$Z_v = \frac{D}{R} + \arcsin\frac{\sin Z_v}{1+K} \qquad (21)$$

Sau khi vi phân khoảng cách đỉnh Z_v theo khoảng cách cầu ta có:

$$\frac{dZv}{dD} = \frac{1}{R} + \frac{\cos Zv}{\sqrt{(1+K)^2 - \sin^2 Z_v}}\frac{dZ_v}{dD} \qquad (22)$$

Như vậy: $$g = \frac{dZ_v}{dD} = \frac{1}{R\left[1 - \frac{\cos Z_v}{\sqrt{(1+K)^2 - \sin^2 Z_v}}\right]} \qquad (23)$$

Hay: $$g = \frac{1}{1 - \frac{\sin Z_v}{\sqrt{(1+K)^2 - \cos^2 h_v}}} \qquad (24)$$

Từ biểu thức (14) ta thấy môđun gradiant thay đổi tùy theo giá trị độ cao của vệ tinh trong giới hạn từ 1 (vệ tinh nằm trên đường chân trời) đến $1+\frac{1}{K} = 1+\frac{R}{H}$ (vệ tinh nằm trên thiên đỉnh).

Khi vệ tinh bay trên qũi đạo rất cao thì $1+\frac{H}{R} = 1$ giống như điều kiện đo độ cao thiên thể nghĩa là g=1. Hướng của gradiant hướng từ tâm nhìn thấy theo bán kính vòng tròn đẳng cao.

Khi H =1000 Km thì gmax = 7.37. Như vậy, đối với vệ tinh bay thấp thì gradiant thay đổi từ 1 đến 7.37. Khảo sát công thức (24) ta thấy rằng trong phương pháp đo độ cao vệ tinh để xác định vị trí tàu biển thì độ cao vệ tinh đạt giá trị lớn nhất trên đường chân trời từ đường vị trí có sai số nhỏ nhất. Điều đó khẳng định nên đo độ cao ở đường chính ngang.

Như chúng ta đã biết, muốn xác định vị trí tàu cần xác định 2 đường vị trí. Đường vị trí thứ hai nhận sau đường vị trí thứ nhất một vài phút đối với cùng một vệ tinh, bởi vì trong khoảng thời gian này do vệ tinh chuyển dịch nhanh nên độ cao h và phương vị A_v của vệ tinh thay đổi rất lớn (ở đây giả định vị trí người quan sát cố định hoặc thay đổi không đáng kể). Trong thời gian bay qua của vệ tinh (từ 10 đến 17 phút), người quan sát có thể nhận được một số đường vị trí.

Để nhận được vị trí chính xác, người ta áp dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Nếu chỉ có hai lần đo đạc, tọa độ vị trí tàu được tính theo công thức:

$$\varphi_0 = \varphi + \Delta\varphi; \quad \lambda_0 = \lambda + \Delta\lambda$$

Trong đó

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \dfrac{\Delta h_1 . A_{c1} + \Delta h_2 . \cos A_{c2}}{\sin(A_{c1} - A_{c2})} \\ \Delta\lambda = \dfrac{\Delta h_2 . \cos A_{c1} - \Delta h_1 . \cos A_{c2}}{\sin(A_{c2} - A_{c1})} \end{cases} \qquad (25)$$

Do độ cao vệ tinh thay đổi nhanh nên không thể sử dụng máy đo góc thông thường (Sextant) để đo độ cao từ 15^0 đến 40^0 góc, phương vị của nó cũng thay đổi nhanh. Một điều quan trọng nữa là không thể quan sát vệ tinh bằng mắt thường hoặc quan sát rời rạc . Sextant vô tuyến (radio sextant) sẽ tiến hành đo độ cao vệ tinh. Do qúa trình quan sát diễn ra rất nhanh nên công việc chỉnh lý kết quả phải tiến hành trên máy điện tử.

1.3.2. Phương pháp đo khoảng cách nghiêng của vệ tinh

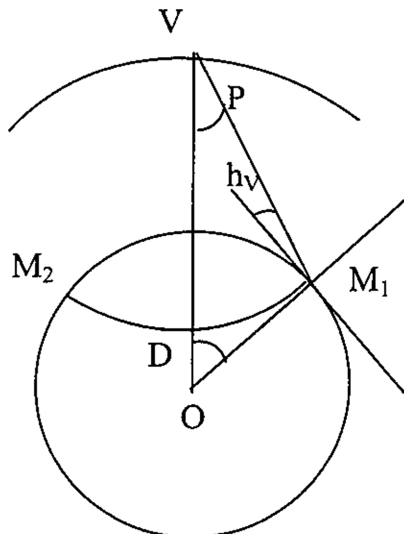
Đối với phương pháp này, tham số hàng hải là khoảng cách nghiêng đến vệ tinh ở những thời điểm khác nhau và cũng giả định là vị trí người quan sát cố định hoặc thay đổi không đáng kể giữa những lần đo đạc.

Mặt đẳng trị có dạng hình cầu mà tâm trùng với vị trí vệ tinh và bán kính chính bằng khoảng cách p đo được. Do độ dịch chuyển của mặt đẳng trị cũng bằng gia số của khoảng cách đo, nên mođun gradiant có giá trị bằng 1. Hướng của gradiant trùng với bán kính cầu nối từ vệ tinh đến tàu. Trên hình 9b, ta thấy mặt đẳng trị khoảng cách cầu giao với bề mặt trái đất theo một một vết vòng tròn cầu, gọi là đường đẳng trị khoảng dách có bán kính bằng khoảng cách cầu D của cực nhìn thấy vệ tinh.

Bán kính cầu D của đường đẳng trị khoảng cách được xác định bằng công thức:

$$P^2 = R^2 + (R + H)^2 - 2R(R + H)\cos D$$

$$\cos D = 1 - \frac{p^2 - H^2}{2(R^2 + RH)} \qquad (26)$$



Hình 9b

Gradiant của đường đẳng trị này có giá trị bằng:

$$g_1 = g_p.\cosh_v = \cosh_v = \sin Z_v \qquad (27)$$

Ở đây:

g_p: là gradiant của khoảng cách đo ($g_p = 1$)

h_v: là độ cao góc nhìn thấy của vệ tinh trên đường chân trời

z_v: Đỉnh cự nhìn thấy

Còn hướng gradiant là: $G = A \pm 180^0$, trong đó A là phương vị nguyên vòng của vệ tinh .

Phân tích công thức (27) ta thấy rõ ràng phương pháp khoảng cách có nhược điểm: khi người quan sát ở gần cực nhìn thấy sẽ không thể xác định vị trí tàu. Độ chính xác định vị cao khi quan sát vệ tinh ở độ cao nhỏ.

Để đơn giản trong tính toán, chúng ta có thể thay thế đường đẳng trị khoảng cách này bằng vị trí đoạn tiếp tuyến với đường đẳng

trị tại gần vị trí dự đoán. Các thành phần của đoạn vị trínđược tính toán theo tọa độ cực nhìn thấy (xác định theo A_0 và D_0).

Đường vị trí thứ hai nhận sau một vài phút so với đường vị trí thứ nhất bởi vì vị trí của vệ tinh thay đổi nhanh.

Nếu vị trí được xác định bằng hai khoảng cách cầu thì độ chính xác được xác định theo hai công thức:

$$M=\frac{m_p}{\sin\theta}\sqrt{\sec^2 h_1+\sec^2 h_2} \quad (28)$$

Ở đây m_p là sai số đo khoảng cách nghiêng.

Trong khoảng thời gian nhìn thấy vệ tinh, ta đo được vài tham số khoảng cách đến vệ tinh và bằng phương pháp bình phương bé nhất, tiến hành xử lý kết quả đo đạc, chúng ta sẽ nhận được vị trí tàu có xác suất lớn nhất.

1.3.3. Phương pháp đo vận tốc hướng tâm.

Đây là phương pháp xác định vị trí tàu. Bản chất của phương pháp là đo vận tốc tiếp cận của vệ tinh với người quan sát. Về phương diện toán học thì vận tốc tiếp cận là đạo hàm khoảng cách theo thời gian. Trong phương pháp này, người ta không đo trực tiếp vận tốc tiếp cận mà gián tiếp đo độ lệch tần số Doppler – Gọi tắt là phương pháp Doppler. Việc đo gián tiếp này không làm ảnh hưởng đến bản chất hình học của phương pháp. Đối với phương pháp Doppler có hai hướng khảo sát:

+ Đo vận tốc hướng tâm .

+ Xác định hiệu khoảng cách.

Để tìm hiểu về hai phương pháp này, trước hết ta khái quát lại về hiệu ứng Doppler.

Bản chất của hiệu ứng Doppler hiện tượng tần số của sóng mà người quan sát thu được bị thay đổi so với tần số sóng phát đi từ nguồn phát khi có sự di chuyển tương đối giữa người quan sát so với nguồn phát sóng.

Nếu vận tốc lan truyền của sóng ở môi trường là C, vận tốc chuyển động của vệ tinh trên qũi đạo Vv, khi có sự dịch chuyển

tương đối của máy phát (vệ tinh) và máy thu (người quan sát), thì tần số thu nhận f_t sẽ khác tần số dao động f_o mà vệ tinh phát ra. Hiệu tần số này sẽ tỉ lệ với vận tốc chuyển dịch tương đối. Nếu trong mặt phẳng diễn ra chuyển động giữa máy phát và người quan sát thì người quan sát thu nhận tần số là:

$$f_t = f_0 \frac{C \pm V_{qs}}{C \mp V_{vt}} \qquad (29)$$

Trong đó V_{qs} là vận tốc của người quan sát và V_{vt} là vận tốc của vệ tinh (ở đây là máy phát). Lấy dấu dương khi người quan sát và nguồn chuyển động lại gần nhau. Lấy dấu âm khi người quan sát và nguồn chuyển động ra xa nhau.

Trường hợp chúng ta đang nghiên cứu người quan sát ở trên tàu biển, di chuyển với vận tốc 15-20Knot thì vận tốc này xem như không đáng kể so với vận tốc đang lan truyền sóng ($V_{qs} << C$) nên ta có thể bỏ qua. Mặt khác, trong không gian vệ tinh bay trên qũi đạo nghiêng một góc α (hình 10) so với hướng từ vệ tinh đến người quan sát. Khi đó độ lệch tần số Doppler được xác định bằng công thức :

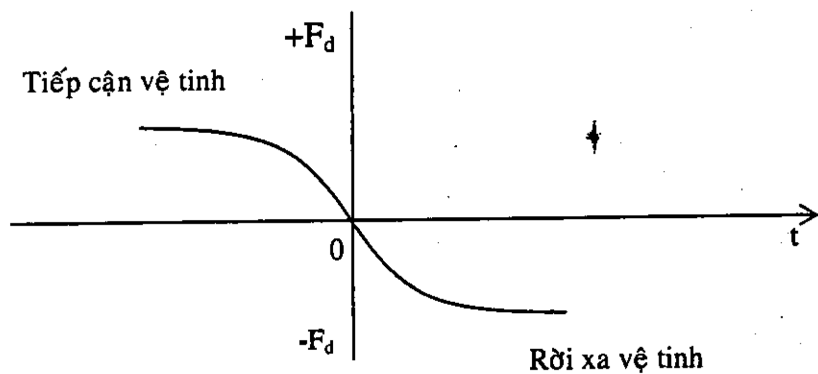
$$F_d = f_t - f_0 = \frac{V.\cos a}{C} f_0 = \frac{V.\cos a}{\lambda_0} \qquad (30)$$

Trong đó : V (hay V_v) là tốc độ chuyển động của vệ tinh trên qũi đạo; λ_0 là chiều dài bước sóng ứng với tần số f_0.

Trong thời gian chuyển động của vệ tinh, độ lệch của tần số Doppler thay đổi liện tục từ $F_{dmax} = V / \lambda_0$ (khi $\alpha = 0$) đến $F_{dmin} = 0$ (khi $\alpha = 90^0$). Đặc tính thay đổi độ lệch tần số Doppler phụ thuộc vào thời gian (xem hình 10). Tại thời điểm chính ngang (t_0), độ chuyển dịch tần số Doppler F_d chuyển tiếp qua điểm 0. Tại thời điểm này, vệ tinh cách người quan sát một khoảng cách ngắn nhất (p_{NN}).

Trong giới hạn của dải sóng (tần số từ 3 – 300Mhz) được quy định đối với vệ tinh hàng hải, độ dịch chuyển tần số Doppler thay đổi trong giới hạn từ 2,63 ÷ 263,33 Khz, tương ứng với vận tốc vũ trụ vệ tinh ≈ 8 km/s.

Độ chuyển dịch tần số Doppler là hiệu các tần số của dao động thành phần hay tần số biến đổi của biên độ dao động tổng hợp.



Hình 10

Để đơn giản việc xác định độ dịch chuyển tần số Doppler, người ta dùng phương pháp so sánh giữa tần số của tín hiệu thu được với tần số chuẩn của bộ dao động chuẩn. Tần số của bộ dao động chuẩn chính bằng tần số phát tín hiệu trên vệ tinh.

$$F_d = f_t - f_0 = f_\delta \qquad (31)$$

Trong đó : f_δ là tần phách hay độ dịch tần.

Ta đưa $V_p = V \cos \alpha$ là đại lượng vận tốc tiếp cận của vệ tinh với người quan sát (còn gọi là vận tốc hướng tâm) vào công thức (30) sẽ nhận được :

$$F_d = \frac{V_p}{\lambda_0} = \frac{p'}{\lambda_0} \qquad (32)$$

Trong đó : p' là đạo hàm bậc nhất của khoảng cách giữa vệ tinh và người quan sát theo thời gian.

Nếu tần số f_0 chuyển từ vệ tinh lệch với tần số của bộ giao động chuẩn trong máy thu dưới tàu một giá trị δ không đổi, thì công thức (32) có thể viết dưới dạng :

$$F_d = f = \frac{p'}{\lambda_0} + \delta \qquad (32')$$

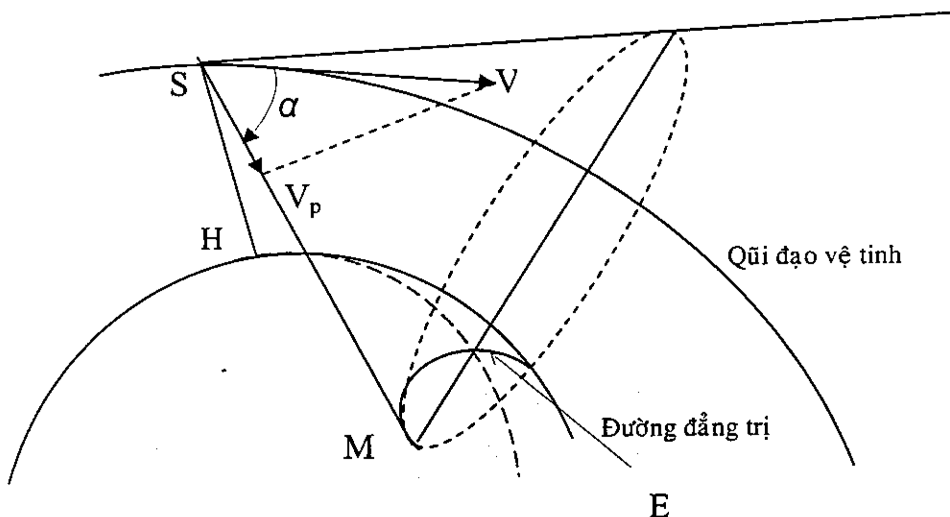
Nhưng đại lượng δ không biết trước mà chỉ có thể xác định nó ở thời điểm chính ngang (khi $\alpha = 90^0$ hay 270^0).

$f_\delta = \delta$

Từ công thức (30) và (32), ta nhận xét:

+ Nếu F_d = const thì α = const và V_p = const

+ Khi góc α = const, trong không gian tương ứng với bề mặt hình chóp nón (hình 11). Liên tiếp nhiều lần đo, ta sẽ được hàng loạt bề mặt hình chóp nón có đỉnh nằm trên qũi đạo của vệ tinh. Như thế bề mặt chóp nón vị trí nhận được sẽ dịch chuyển trong không gian cùng với vệ tinh. Nếu α càng nhỏ thì độ dịch chuyển tần số Doppler càng lớn. Trường hợp bề mặt chóp nón được biểu diễn là đường thẳng (khi $\alpha = 0$ và F_d = max) và mặt phẳng (khi $\alpha = 90^0$ và $F_d = 0$).



Hình 11

Trong phạm vi chúng ta đang nghiên cứu cho tàu biển, đối tượng đang di chuyển trên bề mặt trái đất, đường đẳng trị tương ứng chính là giao tuyến của bề mặt chóp nón với bề mặt trái đất. Đường cong giao tuyến này chính là đường đẳng trị Doppler (xem hình 11). Rõ ràng đường đẳng trị Doppler là đường đẳng trị trên bề mặt trái đất có độ lệch tần số Doppler không đổi và vận tốc hướng tâm tiếp cận với người quan sát (V_p = const).

Qua khảo sát ta thấy hình dáng của đường đẳng trị Doppler gần giống đường Hyperbole cầu.

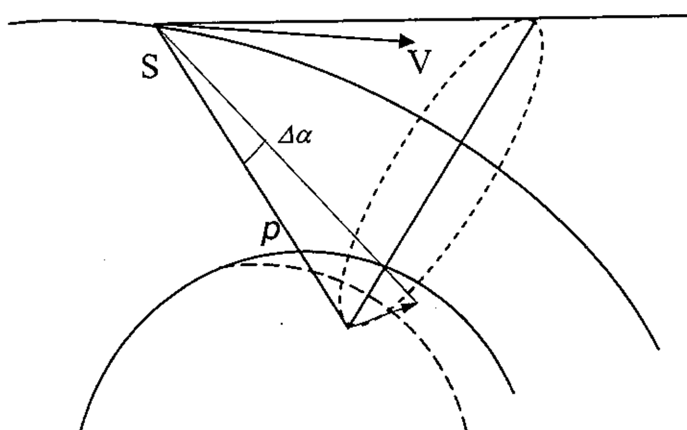
Để xác định vị trí tàu ít nhất phải có hai đường đẳng trị Doppler. Đường đẳng trị thứ hai có thể nhận được bằng cách đo đạc tương tự đến vệ tinh thứ hai, hoặc cùng vệ tinh đó trong một vài phút. Hai đường đẳng trị này giao nhau tại hai điểm.

Bằng tính toán, ta có thể giải quyết tính lưỡng trị này. Ta biết, gradiant của đường đẳng trị Doppler là:

$$g = \frac{\Delta U}{\Delta n}$$

Ở đây : ΔU là sai số của tham số hàng hải

Δn là độ chuyển dịch tương ứng của bề mặt vị trí .



Hình 12

Trên hình 12, ta thấy $\Delta U = \Delta V_p$ là sai số tham số vận tốc hướng tâm; còn $\Delta n = \rho.\Delta\alpha$ là sự dịch chuyển bề mặt vị trí .

Phân biểu thức $V_p = -V\cos\alpha$ theo các biến α và V_p, ta có :

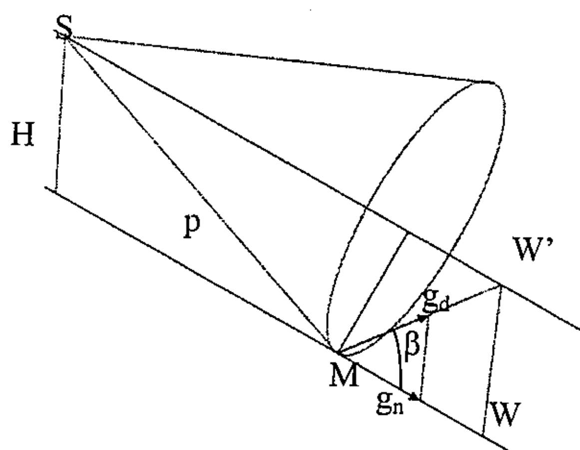
$$dV_p = -V.\sin\alpha.d\alpha \qquad (33)$$

Như vậy môđun gradiant của bề mặt chóp nón đẳng trị sẽ bằng:

$$|gd| = \frac{V}{p}\sin\alpha$$

Còn hướng của gradiant theo pháp tuyến của mặt đẳng trị chóp nón về phía trục của chóp nón, nghĩa là về phía tăng của tham số hàng hải V.

Để xác định gradiant của đường đẳng trị Doppler, ta tìm hình chiếu của gradiant mặt hình chóp nón trên mặt phẳng chân trời:



Hình 13

Trên hình 13, ta có: $g_n = g_d.\cos\beta$ và $\cos\beta = \frac{MW'}{MW}$

Xét tam giác vuông SMW ta có: $MW = p.\text{tg}\,\alpha$

Và trong tam giác vuông WW'M, ta có: $MW' = \sqrt{(MW)^2 - H^2}$

Mặt khác $H = p\sin\alpha\sin h_{max}$

Trong đó: h_{max} là độ cao cực đại của vệ tinh trong khoảng thời gian vệ tinh băng qua khu vực quan sát.

Cuối cùng ta rút ra :

$$\cos\beta = \sqrt{1 - \cos^2 .sin^2 .h_{max}} \qquad (34)$$

Do đó $$gu = \frac{V}{P}\sin\alpha\sqrt{1 - \cos^2\alpha.\sin^2 h_{max}}\ \text{u} \qquad (34')$$

Nếu thừa nhận trái đất là hình cầu thì gradiant của đường đẳng trị Doppler sẽ có dạng:

$$g_u = \frac{V}{P}\sin\alpha\sqrt{1-\cos^2\alpha\left[\left(\frac{R+H}{R}\right)^2\right]-\cos^2 h_{max}} \qquad (34'')$$

Khảo sát công thức (34') và (34''), ta thấy gradiant của đường đẳng trị Doppler càng lớn khi α và h_{max} càng lớn và p càng nhỏ. Giá trị này lớn nhất ở thời điểm chính ngang. Như vậy đường đẳng trị có độ chính xác cao nhất khi p = H và lúc này $\alpha = h_{max} = 90_0$. Nếu $\alpha = 0$ (180^0) thì $g_u = 0$ và $\Delta n = \infty$ nghĩa là không có khả năng xác định vị trí tài khi người quan sát ở trên đường chuyển động của vệ tinh hay ở lân cận trên đường này.

Nếu tàu nằm trên đường ở mặt phẳng qũi đạo vệ tinh thì:

$$h_{max} = 90^0 \text{ và } \frac{R+H}{R}\cos\alpha = \cosh$$

Cũng theo biểu thức (34'), ta xác định được môđun gradiant như sau:

$$g_u = \frac{V}{P}\sin\alpha.\sinh \qquad (35)$$

Trong đó h là độ cao vệ tinh ở thời điểm quan sát. Nếu h = 0 thì $g_u = 0$, tức là không tìm thấy vị trí khi vệ tinh nằm trên đường chân trời hay độ cao của vệ tinh không lớn.

Phân tích công thức (34') và (34''), ta thấy rằng gradiant của đường đẳng trị Doppler càng lớn khi $F_{dmax} = \frac{V}{\lambda_0}$ càng lớn. Muốn gia tăng độ dịch chuyển Doppler, thì vận tốc di chuyển vệ tinh phải lớn và tần số phát tín hiệu phải cao. Cho nên việc sử dụng các vệ tinh bay nhanh trên qũi đạo thấp là hợp lý và có độ chính xác vị trí tàu cao hơn so với vệ tinh bay trên qũi đạo cao.

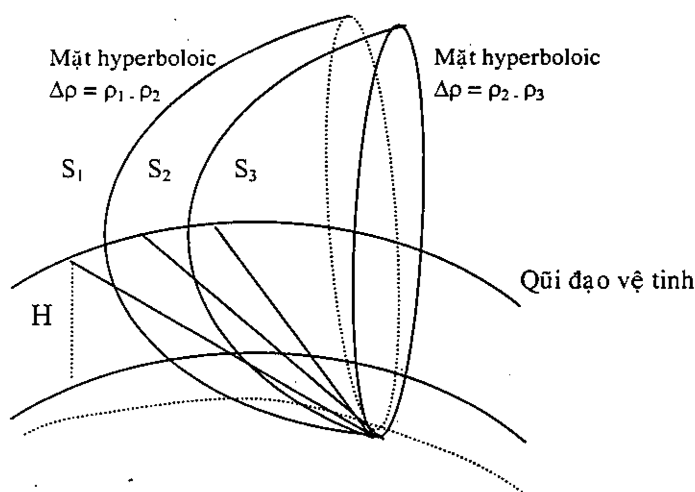
1.3.4. Phương pháp hiệu khoảng cách

Cơ sở của việc đo hiệu khoảng cách giữa máy thu (dưới tàu) với hai vị trí của cùng một vệ tinh, ở những thời điểm liên tiếp trên qũi đạo bay là nguyên lý để thiết lập nên phương pháp này. Phương pháp này được ứng dụng trong hệ thống định vị vệ tinh Transit.

Hình 14 thể hiện bản chất của phương pháp: theo chuyển động của mình trên qũi đạo, vệ tinh lần lượt đi qua các điểm S_0, S_1, S_2, ..., S_i. Khoảng cách giữa chúng gọi là khoảng cách trục. Chiều dài khoảng cách trục ký hiệu là d được xác định theo công thức

$$d = \frac{2\pi(R + \Delta H)}{T} t \qquad (36)$$

Trong đó t là khoảng thời gian giữa hai thời điểm quan sát vệ tinh liên tiếp trên qũi đạo của nó.



Hình 14

Giả sử nếu xác định được hiệu khoảng cách $\Delta p_0 = p_0 - p_1$ từ máy thu (dưới tàu) tới hai vị trí liên tiếp của vệ tinh, lúc đó người quan sát sẽ nằm trên mặt đẳng trị hyperboloic quay, có các tiêu điểm chính là đầu mút khoảng cách trục, nghĩa là trùng với vị trí vệ tinh trên qũi đạo tại thời điểm quan sát đầu và cuối. Mặt Hyperboloic là mặt bậc hai. Mặt này cắt bề mặt trái đất (mặt ellipsoic) theo vết có dáng hình cong phức tạp, chính là đường đẳng trị của vị trí tàu. Tại hai vị trí S_0 và S_1 ta thiết lập nên một đường đẳng trị khi khoảng cách trục chuyển về vị trí mới (S_1S_2 rồi S_2S_3...). Nghĩa là ta đo được hiệu khoảng cách $\Delta p_1 = p_1 - p_2$ và ta cũng sẽ tìm được đường đẳng trị thứ hai, thứ ba... Vị trí của tàu sẽ là giao điểm của hai hay nhiều đường đẳng trị này.

Hiệu khoảng cách Δp_i có thể xác định bằng phương pháp Doppler nghĩa là bằng cách tính toán số lượng xung tạo phách của tần số Doppler.

Vệ tinh bay trên qũi đạo từ S_I đến S_{i+I} hết khoảng thời gian nào đó $t = t_{i+1} - t_I$. Bằng thủ pháp toán học, tích phân độ chuyển dịch tần số Doppler theo thời gian từ t_i đến t_{i+1} ta sẽ thu nhận được số lượng xung tạo phách:

$$N_{\delta i} = \int_{t_i}^{t_{i+1}} F_d(t).\,dt = \frac{1}{\lambda}\int_{t_i}^{t_{i+1}} p(t).dt \qquad (37)$$

Tích phân, vận tốc hướng tâm theo thời gian chính là sự thay đổi khoảng cách từ tàu đến vệ tinh trong khoảng thời gian từ t_I đến t_{i+1} nghĩa là:

$$\Delta p_i = \int_{t_i}^{t_{i+1}} p\,(t).dt$$

$$\Rightarrow N_{\delta i} = \frac{1}{\lambda}\Delta p_i$$

Từ đó $\qquad \Rightarrow \Delta p_i = N_{\delta i}.\lambda_0 \qquad (38)$

Theo công thức (38) ta thấy mỗi số lượng xung tạo phách N của tần số Doppler sẽ tương ứng với giá trị xác định của hiệu khoảng cách từ máy thu (dưới tàu) đến hai vị trí liên tiếp của vệ tinh trên qũi đạo ứng với thời điểm đầu t_I và thời điểm cuối t_{i+1}... Ta gọi khoảng thời gian $t = t_{i+1} - t_i$ là khoảng cách thời gian tích phân. Phương pháp Doppler để xác định vị trí tàu như trên đã trình bày có tên gọi là phương pháp tích phân.

Trong hệ thống hàng hải vệ tinh đang được ứng dụng, khoảng tích phân có thể lấy theo các giá trị khác nhau 24 giây, 30 giây, 1 phút và 2 phút nghĩa là các thời điểm này cách nhau 24 giây, 30 giây, 1 phút và 2 phút.

Như ta biết hai đường đẳng trị sẽ cắt nhau tại hai điểm. Bài toán xác định vị trí tàu có thể loại trừ bằng tính toán trên cơ sở dựa vào vị trí dự đoán.

Trên cơ sở xử lý kết quả đo đạc trên máy tính điện tử và phương pháp bình phương bé nhất, người quan sát sẽ nhận được toạ độ quan sát bằng vệ tinh:

$$\varphi_0 = \varphi_c + \Delta\varphi$$

$$\lambda_0 = \lambda_c + \Delta\lambda$$

Theo phương pháp đơn giản của việc làm gần đúng giá trị cho phép do xử lý và tính toán, thường yêu cầu số lần lặp tối đa là 3 - 4 lần.

Rõ ràng về phương diện hình học, hệ thống hàng hải vệ tinh trên cơ sở hiệu ứng Doppler dùng để xác định vị trí tàu biển cũng giống như các hệ thống vô tuyến hàng hải hyperbole khác . . . Tuy nhiên điểm khác cơ bản ở đây là các đường đẳng trị trong hệ thống hàng hải vệ tinh trên cơ sở hiệu ứng Doppler sẽ ứng với hệ thống hyperbole có khoảng cách trục dịch chuyển. Trong khi đó hệ thống hàng hải vô tuyến hyperbole mặt đất là hệ thống có khoảng cách trục không thay đổi.

Để đánh giá độ chính xác của phương pháp hiệu khoảng cách, người ta đưa ra môdun gradiant của hiệu khoảng cách được xác định theo công thức:

$$|g| = \frac{d}{p}\sin\alpha \qquad (39)$$

Trong đó p là khoảng cách từ máy thu đến điểm giữa của đường trục.

Khảo sát công thức (39), ta thấy rằng: khi sai số đo tham số hiệu khoảng cách không đổi thì sai số xác định mặt đẳng trị ứng với góc mở chóp nón nhất định sẽ tăng hoặc giảm theo sự tiến gần hay đi xa ra của vị trí máy thu so với đường trục. Còn nếu khoảng cách p không đổi mà người quan sát chuyển dịch tới gần mặt phẳng pháp tuyến với đường trục tại điểm giữa (nghĩa là α tiến gần đến 90^0) thì sai số mặt đẳng trị sẽ nhỏ nhất và là hằng số.

Tất nhiên điều kiện trên không thể có được đối với đối tượng là tàu biển. Thực tế chỉ có trường hợp thiên đỉnh của người quan sát

nằm ở giữa khoảng cách trục, lúc này hình chóp nón trở thành mặt phẳng ($\alpha = 90^0$).

Nếu người quan sát nằm trên đường dịch chuyển của trục S_1 S_2 ($\alpha = 0$) thì đại lượng gradiant lúc này sẽ bằng 0 nghĩa là sai số mặt đẳng trị tiến đến vô cùng. Trong điều kiện tàu biển thì điều đó không thể xảy ra bởi vì đối với vệ tinh có độ cao H = 1.075 Km thì giá trị tại nữa góc mở của chóp nón nhỏ nhất phải bằng :

$$\alpha_{min} = \arccos \frac{R}{R+H} \arccos \frac{6371}{7476} = 31^0 2$$

Do tàu biển chạy trên bề mặt trái đất, nên ta cần tìm gradiant của hiệu khoảng cách trên bề mặt trái đất. Muốn vậy ta chiếu gradiant của hình chóp nón tiệm cận hybecbol quay lên hình cầu trái đất tại vị trí đặt máy thu. Tương tự công thức (34') và (34"), môdun gradiant của đường đẳng trị hiệu khoảng cách trên mặt phẳng điểm xác định theo công thức :

$$g = \frac{d}{p} \sin\alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha . \sin^2 h_{max}} \qquad (40)$$

Còn trên bề mặt trái đất, ta sẽ tính gradiant đó như sau :

$$G = \frac{d}{P} \sin\alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha \left[\left(\frac{R+H}{R} \right)^2 \right] - \cos^2 h_{max}} \qquad (40')$$

Trong trường hợp vệ tinh có độ cao H = 1.075 Km thì gradiant của đường đẳng trị hiệu khoảng cách trên bề mặt trái đất là :

$$g = \frac{d}{p} \sin\alpha \sqrt{1 - \cos^2 \alpha . 1{,}37 - \cos^2 h_{max}} \qquad (41)$$

Khi vệ tinh nằm ở chính ngang người quan sát (trên tàu biển) nghĩa là $\alpha = 90^0$ thì :

$$G = \frac{d}{p} \qquad (42)$$

Khi đỉnh của chóp nón trùng với thiên đỉnh của người quan sát thì môđun gradiant sẽ đạt giá trị cực đại:

$$[g]_{max} = \frac{d}{H} \qquad (43)$$

Khi tàu nằm trong mặt phẳng qũi đạo vệ tinh ($h_{max}=90^0$) thì môđun gradiant sẽ gần bằng:

$$G = \frac{d}{p}\sin\alpha.\sinh \qquad (44)$$

Khi h = 0 thì g = 0, nghĩa là không thể xác định đường đẳng trị hyperbole lúc vệ tinh mọc lặn.

Qua nghiên cứu đặc tính của hệ thống đẳng trị hyperbole người ta đã chứng minh rằng theo mặt phẳng chính ngang môđun gradiant của đường đẳng trị hiệu khoảng cách giảm theo quy luật tuyến tính từ giá trị cực đại giảm xuống theo sự tăng khoảng cách. Còn dọc theo vết chuyển động của vệ tinh thì môđun gradiant giảm theo quy luật parabole. Nơi có độ chính xác cao nhất trong việc xác định đường vị trí là điểm cách tâm chiếu sáng (cực nhìn thấy) của vệ tinh bằng H/3 (chiều cao qũi đạo vệ tinh). Còn khoảng cách lớn hơn thì độ chính xác của đường vị trí có xu hướng giảm.

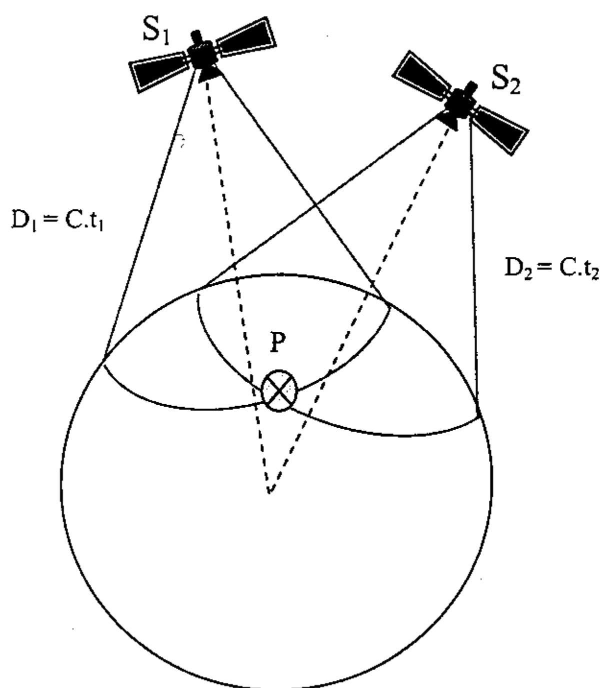
1.3.5. Phương pháp các khoảng cách đồng thời:

Phương pháp này được sử dụng trong hệ thống GPS (xem chi tiết ở chương sau).

Để đơn giản trước tiên ta giả sử rằng vị trí vệ tinh đã biết và vệ tinh cùng người quan sát được trang bị đồng hồ điện tử đồng bộ với nhau. Người sử dụng thời điểm vệ tinh phát tín hiệu theo đồng hồ của mình và nhận được tín hiệu t giây sau đó.

Như vậy thời gian truyền sóng là t và quãng đường đi được là D = C.t. Do đó vị trí người quan sát ở trên một mặt cầu có bán kính R = C.t, tâm là vị trí vệ tinh vào thời điểm phát tín hiệu. Giao của mặt này với mặt đất là một đường tròn có tâm cầu là giao của đường nối tâm trái đất với vệ tinh và bề mặt trái đất. Thực hiện đồng thời như thế với một vệ tinh thứ hai nó cho ta một đường tròn vị trí nữa (hình 15).

Hai đường này sẽ giao nhau tại hai giao điểm, trong đó có vị trí người quan sát. Thường hai điểm này thường rất xa nhau nên dễ dàng xác định được vị trí người quan sát dựa vào vị trí dự đoán.

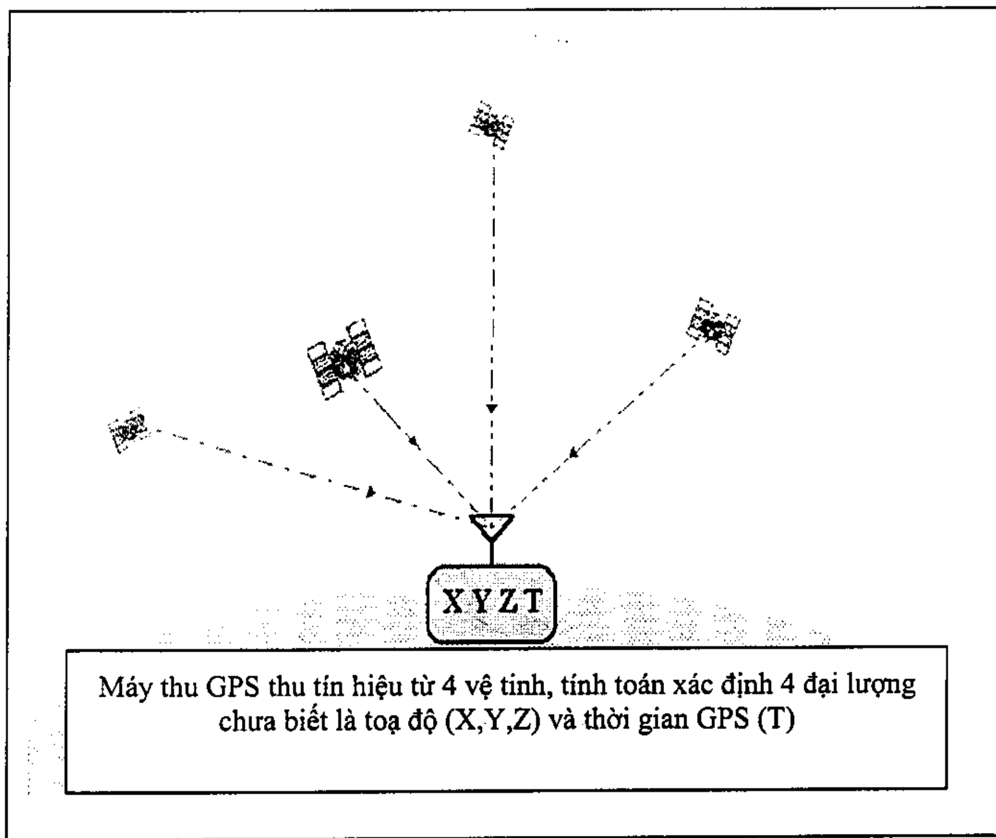


Hình 15

Như vậy với hai vệ tinh là đủ để xác định kinh vĩ độ. Tuy nhiên thực tế lại có một giá trị chưa biết khác đó chính là sai số giữa đồng hồ của người quan sát với đồng hồ vệ tinh. Do đó đòi hỏi phải sử dụng 3 phương trình khoảng cách tới vệ tinh.

Ngoài ra đối với ngành hàng không còn phải xét độ cao so với mặt đất (ở tàu độ cao so với mặt biển luôn xác định được) nên cần có ít nhất 4 vệ tinh.

Nhằm đạt độ chính xác cao, vị trí hình học của vệ tinh phải ở trạng thái sao cho các đường vị trí cắt nhau tạo góc càng gần 90^0 càng tốt.



Hình 16: Vị trí được xác định bằng 4 vệ tinh

CHƯƠNG 2

HỆ THỐNG VỆ TINH HÀNG HẢI HẢI QUÂN (NAVY NAVIGATION SATELLITE SYSTEM -NNSS)

2.1. PHÂN BỐ HỆ THỐNG:

Hệ thống vệ tinh hàng hải hải quân (Navy Navigation Satellite system) còn gọi là hệ thống TRANSIT, được ứng dụng vào hàng hải thương mại từ năm 1967. Hệ thống bao gồm các khâu sai đây:

a). **Trạm theo dõi (Tracking Station):**

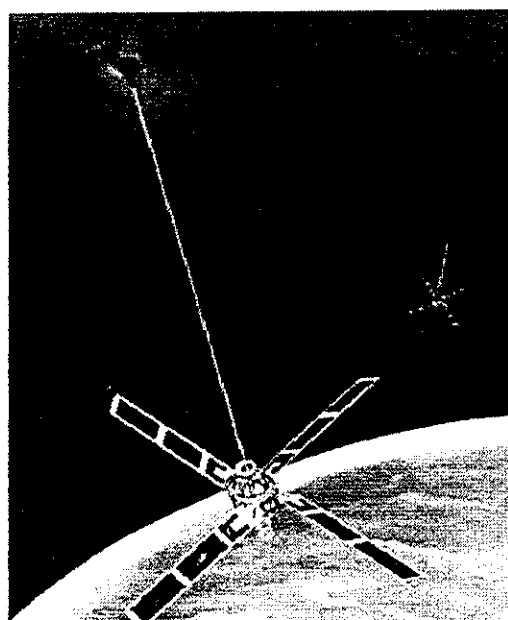
Gồm 03 trạm đặt tại Mỹ đó là: Prospect Habour - bang Maine; Rosemount - bang Minesota và Wahiawa - bang Hawaii. Các trạm này thu tín hiệu từ vệ tinh, xác định độ dịch tần số Doppler, đưa kết quả về trung tâm tính toán.

b). **Trạm quan sát hải quân (Naval Observatory):**

Phát tín hiệu thời gian chính xác đến trung tâm tính toán.

c). **Trung tâm tính toán (Computing center):**

Đặt tại Point Mugu, California (Trung tâm Vũ trụ Hải quân Mỹ). Trung tâm này tiếp nhận thông tin từ các trạm theo dõi và tín hiệu thời gian chính xác từ trạm phát thời gian chuẩn để tính toán, dự đoán toạ độ, qũi đạo của vệ tinh trong 16 giờ tới, sau đó chuyển thành mã hiệu cung cấp cho các trạm phát.



Hình 17: Vệ tinh Transit trên qũi đạo

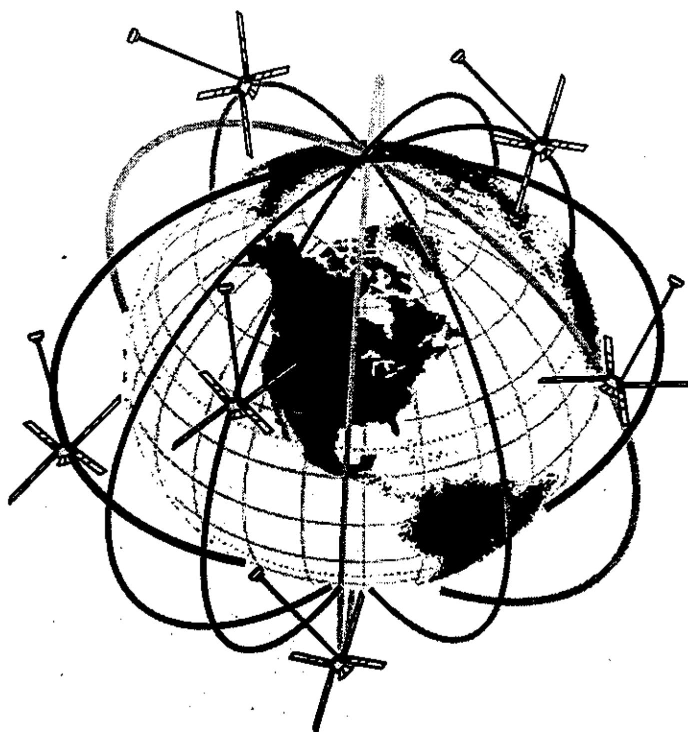
d). **Trạm phát mặt đất (Injection Station):**

Phát lên vệ tinh các thông số qũi đạo, thông số vị trí vệ

tinh, các số hiệu chỉnh thời gian. Các thông số này được phát mỗi ngày 2 lần cách nhau 12 giờ và có thể xác định vị trí của vệ tinh trên qũi đạo với độ chính xác 10 đến 15 m.

e). **Vệ tinh (Satellite):**

Gồm 6 vệ tinh bay trên qũi đạo cực có độ cao 1.075 km (5 vệ tinh Transit và 1 vệ tinh Nova), Tốc độ của các vệ tinh là 7,3km/s và thực hiện chu kỳ quay khoảng 107 phút. Các mặt phẳng qũi đạo của vệ tinh lệch nhau một góc 30^O. Các vệ tinh thu nhận các thông số về toạ độ, thời gian từ mặt đất, lưu lại vào bộ nhớ để phát lại cho người sử dụng. Các vệ tinh quay trên qũi đạo có góc ngẩng nhỏ hơn 10^O và lớn hơn 75^O máy thu không thể nhận được tín hiệu. Hoạt động của vệ tinh được duy trì nhờ nguồn điện 30W do 04 bản năng lượng mặt trời lắp đặt trên cánh của vệ tinh.



Hình 18: Phân bố vệ tinh trên qũi đạo cực

Các vệ tinh của hệ thống Transit có đặc điểm như sau:

+ Qũi đạo hình ellipse với tâm sai $e = \sqrt{\frac{a^{a'} - b^2}{a^2}}$ rất nhỏ nên gầy như là đường tròn;

+ Độ cao qũi đạo vệ tinh là 1.075km. ở độ cao thấp hơn ma sát của vệ tinh với không khí lớn, còn ở độ cao lớn hơn thì độ dịch tần số Doppler sẽ nhỏ, độ chính xác của phương pháp không cao.

+ Tốc độ của các vệ tinh là 7,3 km/s (tương đương 2.600km/h), với chu kỳ là 107 phút (tương đương 13,5 vòng/ngày), do vậy tín hiệu từ các vệ tinh có thể nhận được trong khoảng 10 ÷ 15 phút cho một vòng quay.

+ Thời gian máy thu dưới mặt đất quan sát được vệ tinh đi qua phụ thuộc vào vĩ độ. Khoảng thời gian giữa hai lần xuất hiện vệ tinh là lớn nhất ở xích đạo và ngắn nhất ở địa cực.

f). **Máy thu vệ tinh (Reciver):**

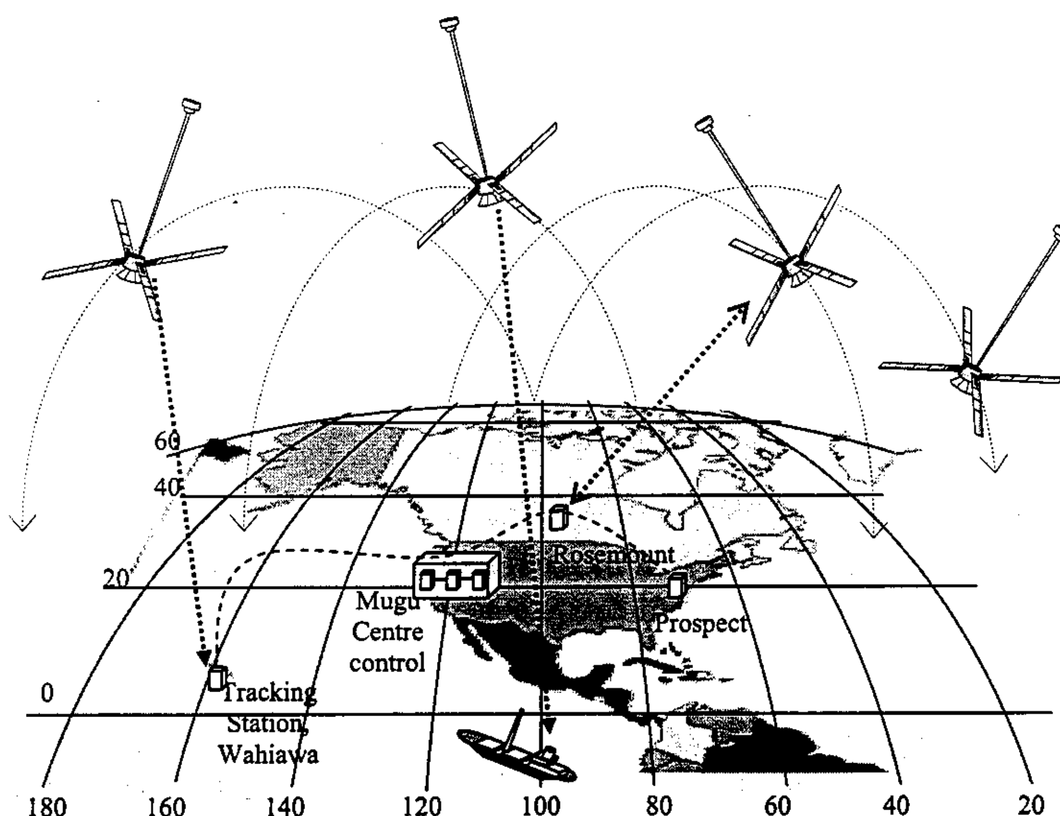
Thu nhận tín hiệu từ vệ tinh gồm: thông tin về qũi đạo vệ tinh, vị trí dự báo của vệ tinh, thông tin về thời gian và đo đạt độ dịch chuyển tần số Doppler ... theo chu kỳ 2 phút. Khi người sử dụng nhập vào máy các thông số: vị trí dự đoán, chiều cao anten, tốc độ tàu, hướng đi của tàu ... máy sẽ tính toán để cho ra các thông số hàng hải về vị trí tàu.

2.2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG:

2.2.1. Nguyên lý hoạt động chung:

Vị trí của các vệ tinh trên qũi đạo ứng với mỗi thời điểm được xác định khi biết được qũi đạo của nó. Qũi đạo của vệ tinh được xác định mỗi khi vệ tinh đi qua các trạm theo dõi mặt đất, lúc đó tín hiệu từ vệ tinh phát ra sẽ được trạm theo dõi mặt đất thu nhận, chuyển về trung tâm điều khiển để tính toán xác định qũi đạo mới của vệ tinh. Thông tin về qũi đạo và số hiệu chỉnh thời gian thực được trạm mặt đất phát trả lại vệ tinh. Từ các thông tin này, vệ tinh sẽ xác định được qũi đạo và tính được vị trí của mình vào các thời điểm tiếp theo.

Trong quá trình chuyển động trên qũi đạo cực vệ tinh liên lục phát xuống mặt đất các bản tin dữ liệu chứa các thông tin về hàng hải. Các trạm mặt đất khi nhận được các bản tin từ vệ tinh sẽ xác định độ dịch chuyển tần số Doppler giữa sóng do vệ tinh phát ra và sóng do máy thu nhận được để tính toán số xung tạo phách (slant range change) hay chính là hiệu khoảng cách từ vệ tinh đến trạm phát vào hai thời điểm khác nhau. Như vậy, sau hai lần thu nhận tín hiệu và tính toán, máy thu sẽ xác định được một đường vị trí của mình (chính là giao của mặt hyperboloic có tiêu cự chính là vị trí của vệ tinh tại các thời điểm tính toán và mặt ellipsoic của quả đất). Qua 2 lần xác định như vậy (ứng với 3 vị trí xác định của vệ tinh), máy thu sẽ xác định được hai đường vị trí. Giao của hai đường vị trí này chính là vị trí của máy thu (tàu). Thông qua các thông số về hướng tàu và tốc độ nhập vào từ máy thu, máy thu sẽ tiến hành loại trừ đa trị để xác định vị trí duy nhất đồng thời tính toán vị trí cho các thời điểm tiếp theo.



Hình 19: Sơ đồ phân bố hệ thống NNSS

2.2.2. Hoạt động của vệ tinh:

Mỗi khi một vệ tinh đi qua tầm liên lạc của một trạm theo dõi (tracking station), tín hiệu từ vệ tinh vượt qua tầng ion, tầng đối lưu rồi đến trạm theo dõi, sau đó truyền về phòng tính toán. Các dữ liệu qũi đạo vệ tinh được so sánh với các dữ liệu trước đó để dự đoán trước qũi đạo của vệ tinh với độ chính xác là 20m. Dữ liệu mới về qũi đạo vệ tinh được phát trở lại vệ tinh cùng với tín hiệu hiệu chỉnh thời gian từ trạm quan sát Hải quân Mỹ (Observation station). Các vệ tinh sẽ lưu trữ dữ liệu mới về qũi đạo này cho đến lần đi qua trạm theo dõi tiếp theo.

Các vệ tinh phát đi cặp sóng mang có tần số là 399,968 Mhz (400 Mhz-32 Khz) và 149,988 Mhz (150 Mhz – 12 Khz). Tín hiệu được chuyển tải vào sóng mang theo phương pháp điều pha dưới dạng hình Sin và Cosin với bước sóng xác định là 19,7ms (tương ứng với 01 số nhị phân).

Năng lượng truyền đi được phân bổ như sau:

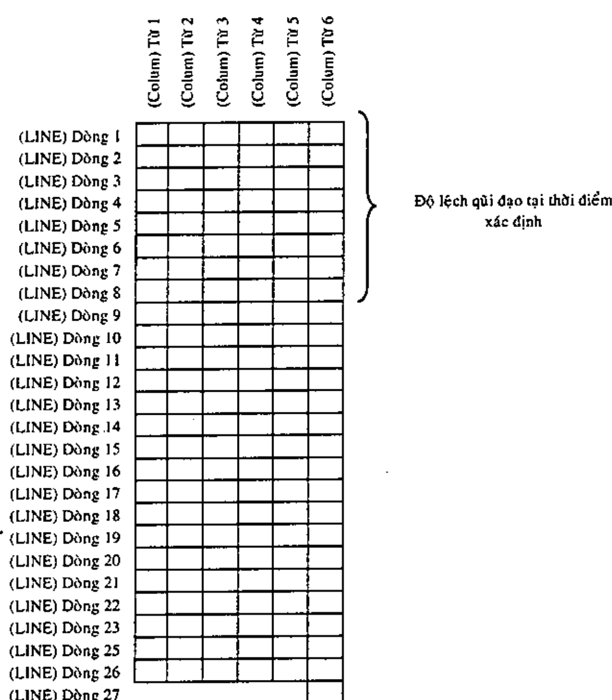
+ Sóng mang: 56,25%;
+ Dữ liệu 37,50%;
+ Thời gian 6,25%.

Việc sử dụng phương pháp điều pha có tác dụng tránh được các nhiễu và tăng độ chính xác. Tần số sóng mang được lấy thấp hơn tần số cơ bản một con số xác định sao cho độ dịch tần số Doppler thu được luôn luôn cùng dấu với tần số sóng mang cơ bản của máy thu. Sự chọn lựa như vậy làm đơn giản hoá bộ so sánh trong máy thu. Sóng mang cơ bản có tần số 5Mhz được tạo ra trực tiếp từ bộ tạo giao động chủ có tính ổn định cao sau đó được chia xuống cho thiết bị tạo dao động đếm giờ của bộ nhớ, đồng thời tạo ra hai tần số sóng mang của máy phát. Bất kỳ sự sai lệch nào trong tần số sóng mang được tạo ra sẽ gây ra một độ dịch tần số sóng mang phát đi tạo ra sai số trong kết quả cuối cùng.

2.2.3. Bản tin dữ liệu:

Dữ liệu vệ tinh phát đi bao gồm cả thông tin về thời gian chính xác. Dữ liệu vệ tinh phát đi dưới dạng các bản tin. Mỗi bản tin dữ

liệu kéo dài 2 phút và nối tiếp nhau. Dữ liệu phát đi bao gồm 6103 bit nhị phân, khi được giải mã, cứ 39 bit sẽ cho ra 156 từ và từ cuối cùng chỉ có 19 bit. 25 bit cuối cùng của bản tin tạo nên một mã đồng bộ 0111111111111111111111110 cho biết bản tin tiếp theo được bắt đầu.



Hình 20: Định dạng bản tin phát trong khoảng thời gian 2 phút (chứa 6103 bit)

Mỗi bản tin gồm 26 dòng, mỗi dòng sáu từ, trong đó chỉ có từ thứ 6 mang thông tin hàng hải, từ thứ 1 đến từ thứ 5 được mã hoá quân sự, không sử dụng cho hàng hải:

+ Từ thứ 6 của dòng 1 đến dòng 8 chứa thông tin về độ lệch qũi đạo vệ tinh tại thời điểm chính xác.

+ Từ thứ 6 từ dòng thứ 9 đến dòng 20 chứa dữ liệu vệ tinh liên quan đến các thông số xác định qũi đạo.

+ Dòng thứ 20 đến dòng thứ 25 thông báo vệ tinh đang nhận dữ liệu do vậy không có thông tin.

2.2.4. Xác định vị trí:

Độ chính xác của vị trí xác định cuối cùng phụ thuộc vào các yếu tố sau:

a). Sự sai lệch tần số gây ra bởi hiệu ứng Doppler (Δf);
b). Việc đo số lượng xung tạo phách (slant range change);
c). Tốc độ tàu;
d). Hướng tàu;
e). Vị trí suy tính ghi trong bộ nhớ;
f). Các thông số cài đặt và độ dạt;
g). Thời gian (giờ GMT).

Trong đó hướng và tốc độ tàu được nhập trực tiếp vào máy thu vệ tinh hay nhập vào từ la bàn điện hay tốc độ kế. Các giá trị cài đặt và độ dạt được nhập vào máy thu bằng tay hay do máy thu tự tính toán. Thời gian (GMT) được giải mã trực tiếp từ bản tin dữ liệu.

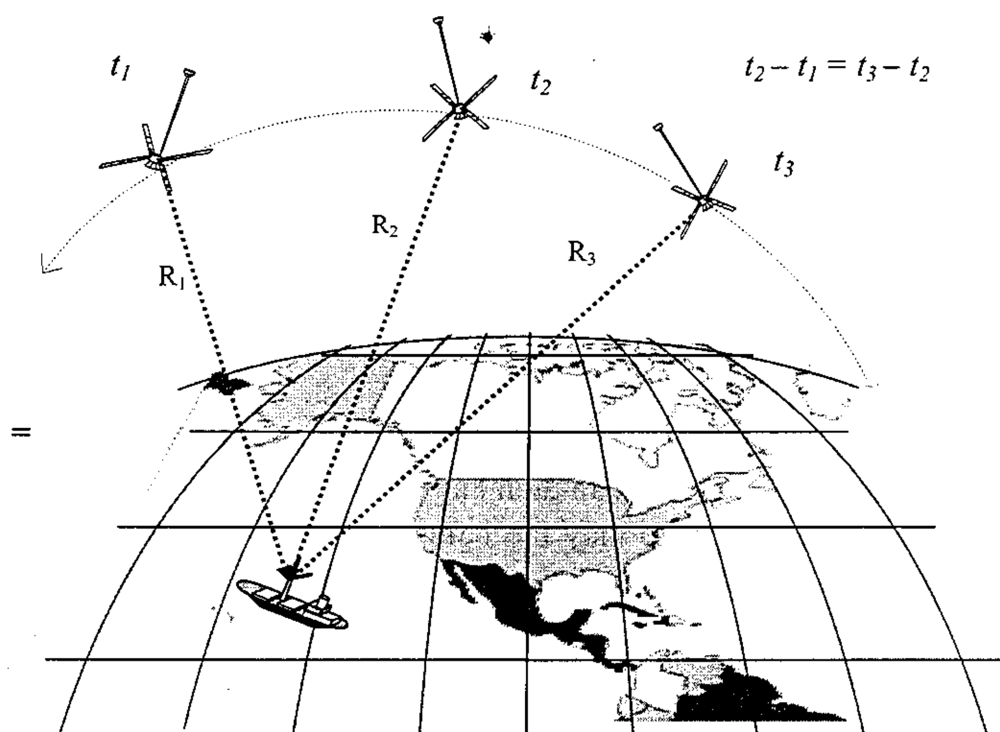
Sóng mang nhận được từ máy thu có tần số sai khác so với tần số cơ bản 399,968Mhz, phụ thuộc vào tốc độ tương đối của vệ tinh so với tàu và góc ngẩng của anten máy thu nhìn vệ tinh.

Một vệ tinh có thể duy trì liên lạc với anten máy thu trong khoảng thời gian tiếp cận ứng với góc ngẩng cho phép cao nhất. Dĩ nhiên, góc ngẩng của vệ tinh càng lớn thì thời gian anten thu được tín hiệu vệ tinh càng dài. Vào thời điểm bắt đầu và kết thúc phát bản tin dữ liệu kéo dài 2 phút, máy thu sẽ đo được số sung tạo phách $N_{\delta i}$ thông qua độ dịch chuyển tần số Doppler.

a). Tính toán số xung tạo phách (Slant range change):

Hình 21 mô tả hai khoảng thời gian xác định của một vệ tinh tương ứng với ba lần xác định số xung tạo phách. Trong trường hợp này, giả định rằng tàu đứng yên. Tất cả việc tính toán được thực hiện nhờ vào bộ vi xử lý với chương trình tính toán lưu trữ trong bộ nhớ ROM. Tuy nhiên việc tính toán thực tế được tiến hành như sau:

Tần số thu được f_t sẽ sai lệch với tần số phát f_p một khoản chính bằng độ lệch tần Doppler khoảng ±8khz. Khi đó số xung tạo phách được xác định theo công thức:



Hình 21

$$N_1 = \int_{t_1+R_1/C}^{t_2+R_2/C} (f_p - f_t).\,dt \qquad (45)$$

Hay:

$$N_1 = (f_o - f_p)(t_2 - t_1) + f_o(R_2 - R_1)/C \qquad (46)$$

Ở đây: f_o : Tần số cơ bản do bộ dao động nội tạo ra

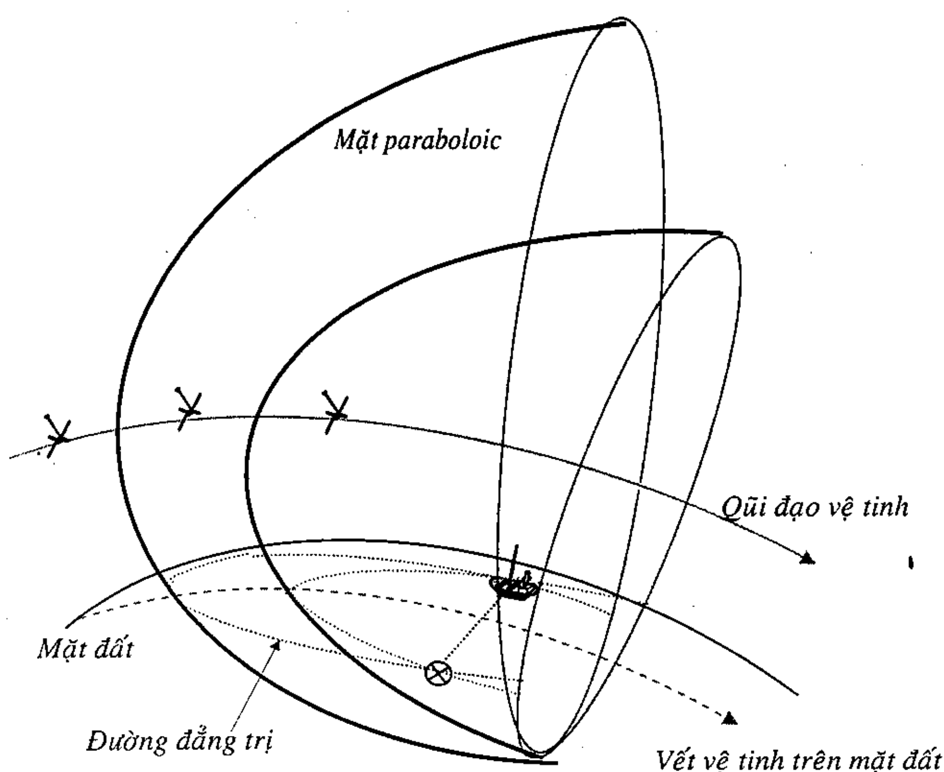
f_p : Tần số phát = f_o - 32 Khz

f_o/C : Bước sóng cơ bản, khoảng 0,75m ứng với tần số 400Mhz – 32Khz.

$t_2 - t_1$: khoảng thời gian xác định dài 23 giây

Khi đó số xung tạo phách chính là hiệu khoảng cách giữa tàu và vệ tinh vào hai thời điểm xác định.

b). Xác định vị trí máy thu:



Hình 22

Vị trí của các vệ tinh trên qũi đạo cực được xác định theo qũi đạo của vệ tinh. Hơn nữa các vệ tinh trên qũi đạo là một máy phát di động, do vậy vị trí của nó vào từng thời điểm cụ thể cũng xác định được thông qua độ lệch tần số Doppler nhờ các trạm theo dõi dưới mặt đất. Nếu vị trí của vệ tinh được xem như tiêu cự của mặt hyperboloic thì hai vị trí của vệ tinh tại hai thời điểm xác định cho ta hai tiêu cự của hai mặt hyperboloic, do vậy giao của hai mặt hyperboloic với bề mặt ellipsoic của trái đất (xác định theo độ cao của anten) cho ta hai đường đẳng trị vị trí của máy thu và giao của hai đường đẳng trị này cho ta vị trí của máy thu. Có nhiều vị trí giao nhau được xác định, tuy nhiên do các vị trí này cách nhau tương đối xa (khoảng 3^{o} kinh hay vĩ độ), nên căn cứ vào vị trí dự đoán máy thu sẽ loại trừ vị trí giả và xác định vị trí thực của máy thu.

2.3. SAI SỐ CỦA HỆ THỐNG:

Hệ thống NNSS rõ ràng là một hệ thống định vị có độ chính xác cao nhất phục vụ cho công tác hành hải. Tuy nhiên, giống như tất cả các hệ thống định vị khác, hệ thống NNSS không thể loại bỏ tất cả các sai số. Các sai số của hệ thống đã gây nên sai số trong vị trí xác định cuối cùng ở máy thu. Tổng các sai số gây nên sự sai lệch không quá 50m.

STT	Mô tả sai số	Loại sai số	Độ lớn (m)
1	Tính toán không chính xác lực tác động trên qũi đạo (tác động của không khí, áp suất bên trong)	Cố định	15 – 25
2	Lỗi dự đoán trong việc tính toán qũi đạo vệ tinh	Cố định	10 – 20
3	Sai số do nhập độ cao anten máy thu	Cố định	10
4	Lỗi làm tròn qũi đạo thên văn (do số thập phân cuối cùng trong dữ liệu thiên văn được làm tròn)	Cố định	5
5	Sai số của thiết bị điện tử (như sai số đồng hồ máy thu ...)	Cố địh	5
6	Sai số lan truyền sóng trong tần ion và tầng đối lưu	Cố định	5
Tổng cộng			≈ 50

Bảng 3: Bảng các sai số cố định của hệ thống NNSS.

Trong nhiều trường hợp, các sai số có giá trị không khả quan, thậm chí có khi sai số kết hợp có thể vượt quá 50 m. Trong thực tế các lỗi nói trên có thể giảm thiểu được bằng cách chế tạo thiết bị thu một cách chính xác. Ngoài các sai số nói trên, còn có các nguồn gây sai số khác có thể tạo nên sự sai lệch đáng kể trong vị trí xác định cuối cùng. Các sai số đá bao gồm:

+ Sai số do sự khúc xạ của sóng vô tuyến;

+ Sai số do ảnh hưởng của lực trọng trường của trái đất đến vệ tinh;
+ Sai số chiều cao và cao độ của anten;
+ Sai số do sự tương tác giữa các vệ tinh;
+ Sai số tốc độ của tàu.

2.4. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG NNSS:

So sách với các hệ thống định vị khác, hệ thống Transit có những ưu nhược điểm sau đây:

2.4.1. Ưu điểm:

+ Hệ thống cho phép xác định vị trí tại mọi điểm trên địa cầu không phụ thuôc vào ngày hay đêm;
+ Độ chính xác cao hơn các hệ thống khác;
+ Vị trí xác định được hiển thị bằng kinh độ và vĩ độ, do vậy không cần hiệu chỉnh;
+ Hệ thống không cần hải đồ đặc biệt để tiến hành đồ giải xác định vị trí;
+ Không có hiện tượng trôi dãy;
+ Sóng vô tuyến do vệ tinh phát đi không bị phản xạ bởi tầng điện ly. Sự sai lệch về quảng đường và pha do sự phản xạ của tầng điện ly không ảnh hưởng đến độ chính xác của hệ thống. Sự khúc xạ của sóng trong tầng điện ly có thể đo được và hiệu chỉnh được bằng cách nhận đồng thời hai tần số khác nhau.
+ Ngoài xác định vị trí, các máy tính của hệ thống có thể thực hiện nhiều chức năng khác tăng cao hiệu quả và an toàn như việc tính toán và giám sát tốc độ, thời gian các điểm đặt hành trình (Waitpoint).
+ Hệ thống được sử dụng miễn phí;

2.4.2. Nhược điểm:

+ Khoảng thời gian giữa các lần xác định vị trí có thể dài. Theo lý thuyết, khoảng thời gian giữa hai lần xác định vị trí tối đa là 2,4 giờ, tuy nhiên trong thực tế có thể lên đến 12 giờ khi tàu hoạt động trong vùng nước bị giới hạn, trong bến cảng hay gần bờ.

+ Khoảng thời gian giữa hai lần xác định vị trí là lớn nhất ở xích đạo và tiến về không ở địa cực (vệ tinh phân bố không đều).
+ Sai số về tốc độ và hướng đi nhập vào máy không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của vị trí suy tính mà còn ảnh hưởng đến vị trí xác định bằng vệ tinh;
+ Không quân Mỹ chỉ sử dụng hệ thống trong một thời gian hạn chế sau khi hệ GPS đã hoàn chỉnh;
+ Hệ thống không thể sử dụng cho hàng không vì thời gian giữa các lần xác định vị trí là quá lớn so với hành trình của chuyến bay;
+ ·Trừ trường hợp được lập trình sẵn để chọn những vệ tinh thích hợp đi qua, máy thu vẫn có thể tiến hành đo đạt tần số Doppler của các vệ tinh có góc quá cao hay quá thấp, thậm chí còn xác định lầm từ vệ tinh này sang vệ tinh khác gây nên sai số và sai lệch lớn về vị trí xác định.

2.5. KHAI THÁC SỬ DỤNG HỆ THỐNG NNSS

2.5.1. Giới Thiệu Máy Thu Vệ Tinh Hàng Hải

Hầu hết các máy thu hàng hải vệ tinh NNSS đều có chức năng tương tự nhau, mặc dù kiểu dáng và hình thức bên ngoài có thể khác nhau. Hoạt động của toàn hệ thống được điều khiển bởi bộ vi xử lý trung tâm Z80. Thiết bị được nối kết trực tiếp với tốc độ kế và tiết bị ghi hướng tàu và có thể nhập trực tiếp bằng tay.



Hình 23: Máy thu vệ tinh hệ Transit

Máy được thiết kế một cổng ra nối với các thiết bị chỉ báo ngoại vi để thông báo cho người khai thác biết trong những trường hợp sau:

a). Máy bị mất chức năng;

b). Quá nhiệt;

c). Thông báo có sự bất thường của tốc độ và hướng tàu nhập vào;

d). Mất nguồn. Máy được lắp đặt bộ tích điện nhằm duy trì nguồn điện cho máy lên đến 10 phút trongtrường hợp mất nguồn và có khả năng tự nạp điện.

Các máy thu vệ tinh đều được thiết kế một màn hình chỉ báo với nhiều chức năng và có thể in dữ liệu ra máy in.

2.5.2. Các chú ý về khai thác sử dụng máy thu:

Do đặc tính của và nguyên lý hoạt động của hệ thống, các thông số cài đặt vào máy trước mỗi hành trình và trong khi hành trình là hết sức quan trọng để đảm bảo độ chính xác trong việc xác định vị trí. Trước mỗi chuyến hành trình, cần phải nhập vào máy các thông số về vị trí gần đúng, chiều cao anten, hướng và tốc độ dự kiến của tàu và giờ GMT với độ chính xác trong giới hạn 14 phút. Khi rời cảng, bộ vi xử lý sẽ tính toán vị trí tàu suy tính theo những thông số đã cài đặt. Sau khi vệ tinh liên lạc được lần đầu đi qua, máy sẽ tính toán vị trí, so sánh với vị trí dự đoán và cho ra một vị trí mới và sau đó căn cứ vào các vị trí mới và các thông số sẵn có để tính toán các vị trí tiếp theo. Nếu không có thông số về hướng và tốc độ tàu, vị trí xác định sẽ sai và trong thực tế việc nhập lỗi hai thông số này đã gây ra sai số đáng kể trong việc xác định vị trí tàu.

CHƯƠNG 3

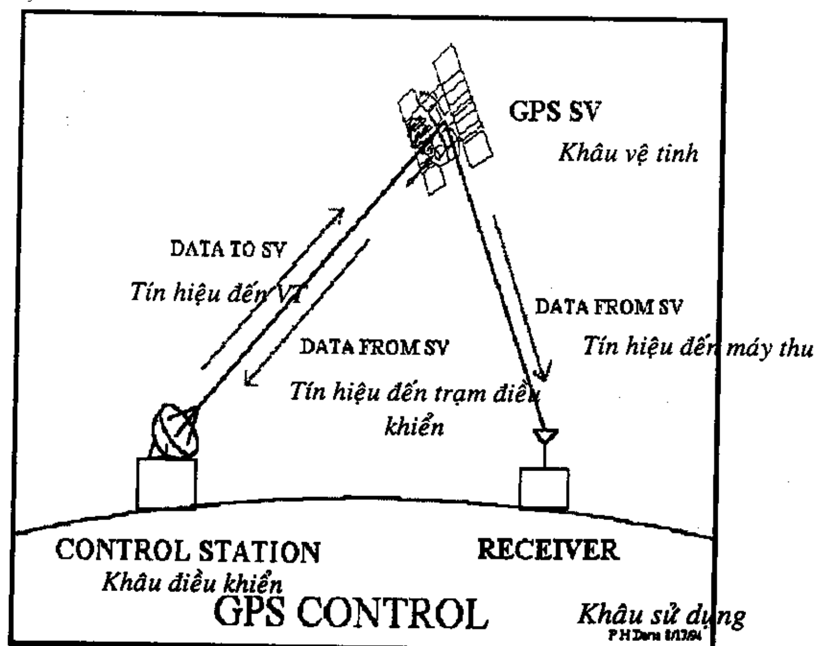
HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU (Global Positioning System – GPS)

Từ năm 1973, Hệ Thống Định Vị Toàn Cầu GPS (Global Positioning System) được Bộ Quốc Phòng Mỹ đưa vào sử dụng. GPS có độ chính xác cao hơn bất kỳ hệ thống xác định vị trí nào đang tồn tại, với tầm hoạt động toàn cầu. Kế hoạch dự tính là độ chính xác tiêu chuẩn cho người sử dụng là 100m (dân sự). Riêng đối với lực lượng quân đội Mỹ và NATO cũng như một số đối tượng đang được cho phép khác thì độ chính xác sẽ là 16m.

Ngoài việc định vị không gian 3 chiều (kinh độ, vĩ độ độ cao so với mực nước biển), GPS cũng cung cấp cho người sử dụng những thông tin về tốc độ và giờ thế giới.

3.1. CẤU TRÚC HỆ THỐNG GPS

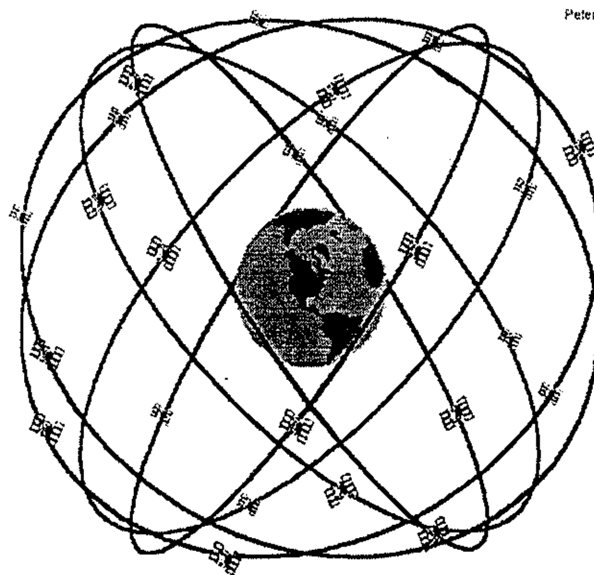
Hệ thống GPS bao gồm 3 khâu chính: vệ tinh, hệ thống điều khiển và người sử dụng.



Hình 24: Sơ đồ cấu trúc hệ thống GPS

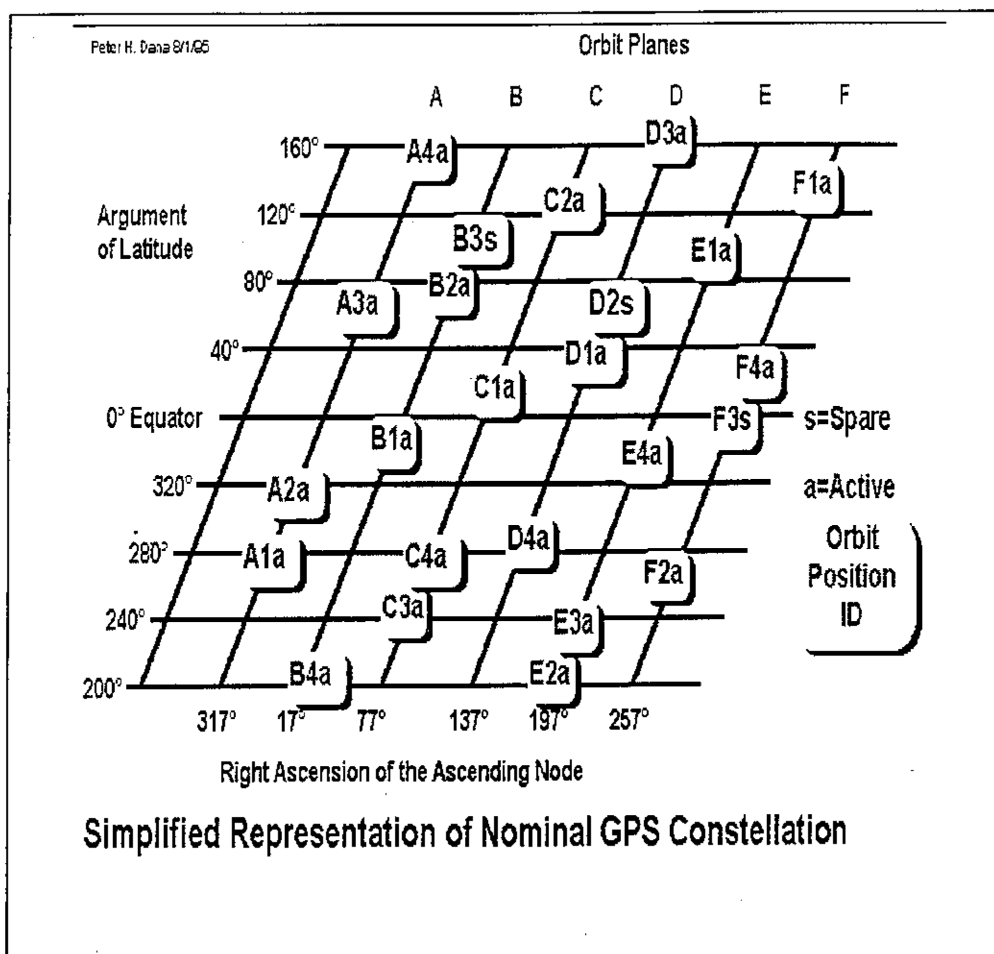
3.1.1. Khâu vệ tinh:

Bao gồm 28 vệ tinh, các vệ tinh này được sắp xếp trên 6 mặt phẳng qũi đạo nghiêng 55^0 so với mặt xích đạo. Mỗi qũi đạo có cao độ danh nghĩa là 20.183 Km. Khoảng thời gian cần thiết để bay quanh một qũi đạo tương ứng là 12 giờ hành tinh, bằng một nửa thời gian quay của trái đất, nên mỗi vệ tinh bao phủ một vùng như nhau hai lần trong một ngày. Mỗi vệ tinh phát ra 2 tần số vô tuyến phục vụ mục đích định vị: L1 trên tần số 1.575,42 Mhz và L2 trên tần số 1.227,6Mhz. Các tần số sóng mang được điều biến bởi 2 mã ngẫu nhiên giả và một thông điệp dẫn hướng đường đi. Các tần số sóng mang và công việc điều biến được điều khiển bởi những đồng hồ nguyên tử đặt trên vệ tinh. Các vệ tinh hoạt động dưới sự giám sát của khâu điều khiển.



GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20.200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

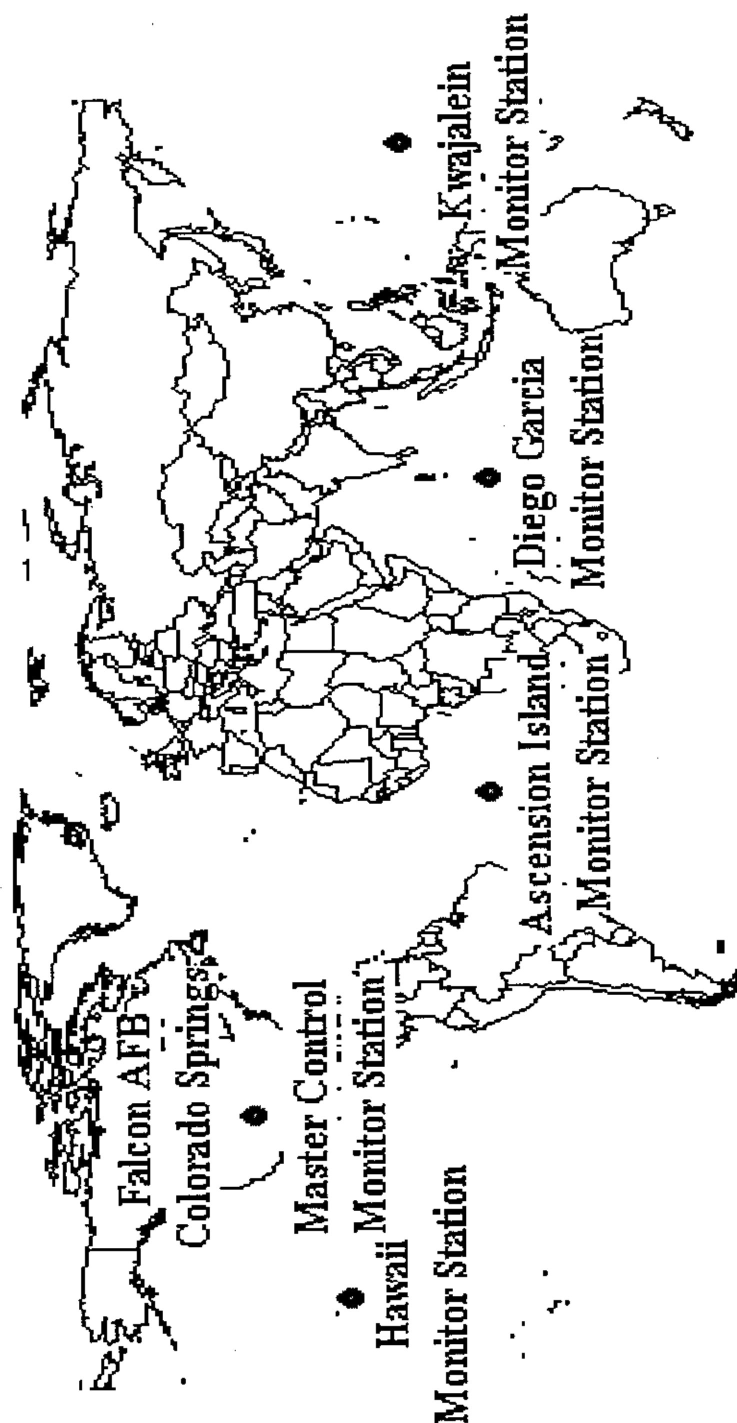
Hình 25: Cấu trúc các vệ tinh GPS
24 vệ tinh trên 6 qũi đạo, mỗi qũi đạo có 4 vệ tinh ở độ cao 20.200 km với góc nghiêng 55^o so với xíxh đạo



Hình 26: Sơ dồ bố trí các vệ tinh của GPS (a: đang hoạt động; s: dự trữ)

3.1.2. Khâu điều khiển:

Bao gồm các trạm giám sát (monitor) ở Diego Grarreia, đảo Ascension, Kwajalein và Hawaii, ngoài ra còn một trạm điều khiển chính tại trung tâm điều hành không gian thống nhất tại Colorado Spring, tiểu bang Colorado Hoa Kỳ. Mục đích của khâu điều khiển là hiển thị sự hoạt động của các vệ tinh, xác định qũi đạo của chúng, xử lý các đồng hồ nguyên tử, truyền các thông điệp cần phổ biến lên các vệ tinh.

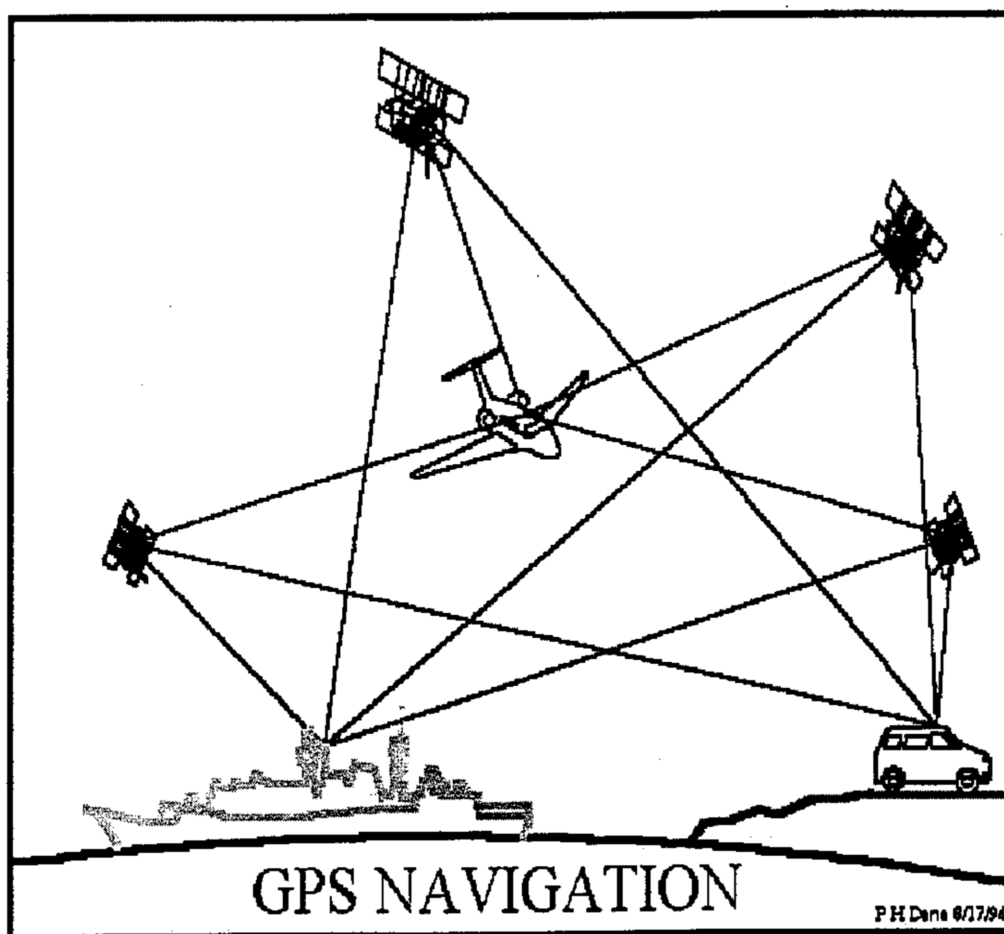


Hình 27: Các trạm quan sát (Monitor) và điều khiển (Master Control) của GPS

3.1.3. Khâu sử dụng:

Bộ phận người sử dụng bao gồm tất cả mọi người sử dụng quân sự và dân sự. Các máy thu riêng biệt được trang bị máy tính điện tử theo dõi các mã hoặc pha của các sóng mang và trong hầu hết các trường hợp điều tiếp nhận các thông điệp phát tin (broadcast message) từ vệ tinh. Bằng cách so hàng tín hiệu từ vệ tinh tới bản sao của mã phát được ghi trong máy thu, người ta có thể xác định được 3 giá trị tọa độ địa tâm của máy thu. Đối với các công tác trắc địa chính xác, người ta còn đo và ghi nhớ pha tần số của mã hoặc sóng mang để xử lý về sau.

3.2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG GPS



Hình 28: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống GPS

3.2.1. Xác định vị trí

3.2.1.1. Xác định vị trí vệ tinh :

Như đã nói ở phần trước, vị trí người quan sát có thể xác định bằng khoảng cách tới 4 vệ tinh khi biết vị trí các vệ tinh đó vào thời điểm phát tín hiệu.

Ngược lại với 4 trạm quan sát có vị trí đã biết khi nhận được tín hiệu phát đi từ một vệ tinh sẽ xác định được vị trí của vệ tinh lúc phát. Biết vị trí vệ tinh lúc đó cũng như các lực mà vệ tinh phải chịu, trạm điều khiển có thể tính toán để xác định lịch "thiên văn" của vệ tinh và dự đoán vị trí của nó ở bất kỳ thời điểm nào trong nhiều vòng qũi đạo sau đó.

Bốn trạm quan sát không chỉ thu tín hiệu của riêng một vệ tinh mà chúng có thể nhận tín hiệu của tất cả các vệ tinh khi trong điều kiện cho phép. Từng trạm quan sát sẽ xác định thời điểm đến của tất cả các tín hiệu vệ tinh nhận được (dựa trên đồng hồ trạm theo dõi) và truyền thông tin này đến trạm điều khiển. Từ 4 vị trí đã biết của trạm quan sát và thời điểm đến của tín hiệu, trạm điều khiển có thể xác định được vị trí vệ tinh trong không gian 3 chiều và cả thời điểm các tín hiệu rời vệ tinh. Căn cứ trên các số liệu này, vị trí tương lai của vệ tinh và sai số đồng hồ được xác định và được các trạm phát dẫn động phát trở lại đến các vệ tinh. Vệ tinh sẽ lưu lại thông tin này trong bộ nhớ của nó rồi phát đến người sử dụng ở những khoảng thời gian đều đặn.

Với độ cao 20.200 Km, các trạm theo dõi có thể thu được tín hiệu vệ tinh trong một thời gian dài trong mỗi vòng qũi đạo của vệ tinh. Nhờ đó trạm điều khiển đủ khả năng quan sát và xác định lịch trình cho từng vệ tinh .

3.2.1.2. Phương trình khoảng cách

Trong hệ thống GSP, vệ tinh phát tín hiệu tại thời điểm t_{sv} (theo GPS time) mà các trạm sử dụng đã biết. Giá trị hiệu chỉnh cho t_{sv} được từng vệ tinh phát đến trạm sử dụng (máy thu). Trên đồng hồ của máy thu, thời điểm đến của tín hiệu là t_u.

Nếu đồng hồ của vệ tinh và máy thu đồng bộ, khoảng cách lan truyền của tín hiệu sẽ là : $C\ (t_u - t_{sv})$.

Tuy nhiên đồng hồ của máy thu có 1 độ lệch chưa biết so với đồng hồ vệ tinh. Giả sử đồng hồ của trạm sử dụng chậm hơn so với đồng hồ vệ tinh 1 lượng t_{bias}, khi đó thời gian truyền của tín hiệu là :

$$\Delta t = t_u + t_{bias} - t_{sv} \qquad (47)$$

Và khoảng cách giữa vệ tinh với người sử dụng là :

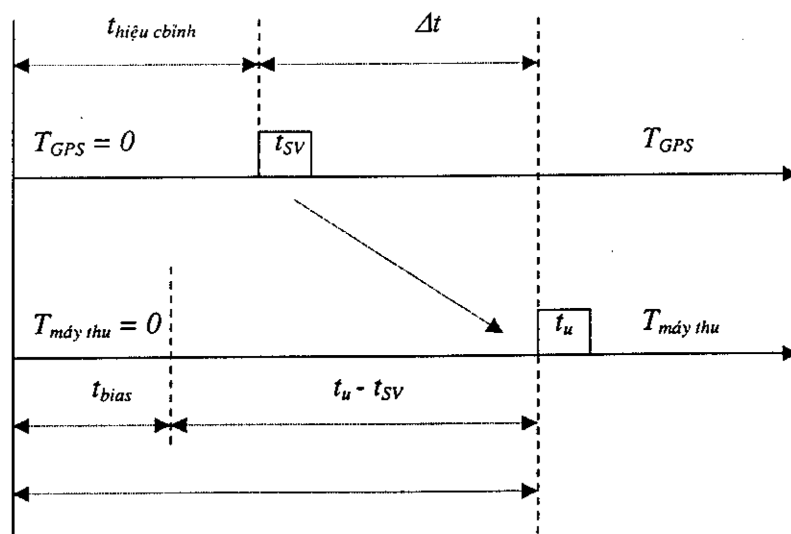
$$D = C\Delta t = C(t_u - t_{sv}) + C.t_{bias} \qquad (48)$$

(phương trình khoảng cách)

Trong công thức này $C(t_u - t_{sv})$ gọi là khoảng cách giả.

Khoảng cách không đổi $C.t_{bias}$ phải được thêm vào khoảng cách giả để bù cho sai khác giữa các đồng hồ ($t_{bias} = const$).

Hiệu chỉnh cho thời điểm phát tín hiệu t_{sv}:



Hình 29

Vệ tinh phát tín hiệu tại thời điểm t_{sv} theo đồng hồ của mình. Tuy nhiên thời điểm này có thể tăng hay giảm một lượng Δt_{sv} so với giờ chuẩn GPS. Giá trị này được trạm điều khiển xác định, sau đó các trạm dẫn động đồng phát cho từng vệ tinh riêng lẻ, rồi vệ tinh phát đến người sử dụng. Máy thu của người sử dụng sẽ hiệu chỉnh

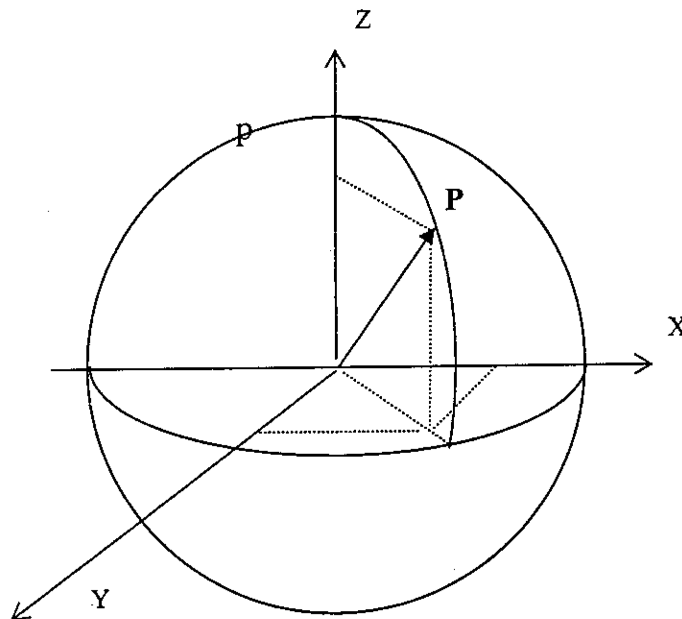
giá trị này trong qúa trình sau đó. Với sai số là 1 nanogiây (1 nanosecond=10^{-9}s) của t_{sv} sẽ sinh ra sai số khoảng cách = $3.10^{8}.10^{-9}$ = 0,3m.

Như vậy việc xác định khoảng cách đến vệ tinh của máy thu GPS chính là việc xác định thời điểm điểm đến của tín hiệu từ vệ tinh. Nguyên tắc xác định thời điểm đến của tín hiệu được trình bày ở phần 3.3.2. "Tín hiệu vệ tinh và mã hóa tín hiệu"

3.2.1.3. Xác định vị trí người quan sát

Lập một hệ trục tọa độ vuông góc có gốc trùng tâm trái đất.

Mặt phẳng tọa độ (x-y) ≡ mặt phẳng xích đạo, trục x nằm trong mặt phẳng kinh tuyến Greenwich (hình 30)



Hình 30

Ta biết rằng với 2 điểm bất kỳ P_1 (x_1, y_1,z_2) và P_2 (x_2, y_2,z_2) thì khoảng cách $P_1 P_2$ được xác định bởi công thức :

$$P_1 P_2 = \sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2+(z_1-z_2)^2} \quad (49)$$

Như vậy nếu người sử dụng có toạ độ P (x_u, y_u, z_u) và 1 vệ tinh (thứ i) có toạ độ S_1 (x_1,y_1,z_1) thì ta có phương trình :

$$\sqrt{(x_1-x_u)^2+(y_1-y_u)^2+(z_1-z_u)^2} = C\,(t_u + t_{bias} - t_{sv})$$

$$\Leftrightarrow (x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2 = C^2 (t_u + t_{bias} - t_{sv})^2 \quad (50)$$

Thời điểm t_{sv} cho từng vệ tinh là đã biết, như vậy còn 4 giá trị chưa biết là x_u, y_u, z_u và t_{bias} $\Rightarrow$ ta phải cần 4 phương trình độc lập, tức là cần phải có 4 vệ tinh đồng thời. Từ công thức (50), ta suy ra 4 phương trình là:

$$\left.\begin{array}{l}(x_1-x_u)^2+(y_1-y_u)^2+(z_1-z_u)^2 = C^2(t_{u1}+t_{bias}-t_{sv1})^2 \\ (x_2-x_u)^2+(y_2-y_u)^2+(z_2-z_u)^2 = C^2(t_{u2}+t_{bias}-t_{sv2})^2 \\ (x_3-x_u)^2+(y_3-y_u)^2+(z_3-z_u)^2 = C^2(t_{u3}+t_{bias}-t_{sv3})^2 \\ (x_4-x_u)^2+(y_4-y_u)^2+(z_4-z_u)^2 = C^2(t_{u4}+t_{bias}-t_{sv4})^2\end{array}\right\} \quad (51)$$

Nếu coi trái đất là một mặt cầu bán kính R, thì phương trình mặt cầu là:

$$R^2 = x_u^2 + y_u^2 + z_u^2 \quad (52)$$

Khi đó chỉ còn có 3 ẩn, tức chỉ cần 3 phương trìng trình và 3 vệ tinh là đủ xác định vị trí người quan sát. Nếu người quan sát có đồng hồ nguyên tử có khả năng xác định t_{bias} thì chỉ cần 2 vệ tinh là đủ để định vị. Điều này cho phép GPS có thể được sử dụng để định vị khi mà số lượng vệ tinh còn hạn chế.

3.3. TIÊU CHUẨN THỜI GIAN VÀ TẦN SỐ CỦA HỆ THỐNG GPS.

3.3.1. Tiêu chuẩn thời gian:

Hệ thống định vị toàn cầu được sử dụng đo thời gian để tính khoảng cách tới vệ tinh phục vụ cho việc xác định vị trí. Do vậy yêu cầu đầu tiên đặt ra là tất cả phải đồng bộ và chính xác. Như ta đã biết trong hàng hải vô tuyến điện, một phần tỷ giây (1 nanosecond) tương ứng 0,3m khoảng cách. Yêu cầu đồng bộ chính xác nhưng không cần phải hiệu chỉnh liên tục đã được giải quyết bằng cách sử dụng đồng hồ nguyên tử Rubidi và Cesium.

Qua số liệu ở bảng dưới ta thấy đồng hồ nguyên tử Rubidi ổn định hơn loại Cesium trong khoảng thời gian nhỏ hơn một phút. Nếu so sánh trong khoảng thời gian dài hơn thì loại Cesium có tính ổn

định cao nhất, đảm bảo độ chính xác của hệ thống. Việc đo thời gian phải ổn định tốt trong cả khoảng ngắn lẫn khoảng dài, cho nên các vệ tinh dùng cả hai loại đồng hồ nói trên.

Nếu đồng hồ Cesium khởi động từ 1.250 năm trước công nguyên thì đến năm 1992 đồng hồ có độ chính xác trong phạm vi 1 giây. Việc đồng bộ hóa tần số và đồng hồ của hệ thống định vị toàn cầu được tiến hành thông qua khâu điều khiển. Khâu này giám sát tất cả các đồng hồ thông qua các trạm kiểm tra. Số hiệu chỉnh của mỗi đồng hồ được phát cùng với số hiệu chỉnh chung. Các vệ tinh phát số hiệu chỉnh đồng hồ như một phần của bản tin hàng hải.

ĐẶC ĐIỂM	Hydrogen Maser	Bộ dao động đ/k tia Cesium	Bộ dao động đ/k tế bào hơi Rubidi
ỔN ĐỊNH (Độ lệch BPTB so với giá trị trung bình)	5.10^{-13}	5.10^{-11}	1.10^{-11}
1 giây	6.10^{-11}	6.10^{-12}	2.10^{-12}
1 phút	3.10^{-14}	8.10-13	1.10^{-12}
1 giờ	2.10^{-14}	3.10^{-13}	5.10^{-12}
1 ngày	Không thể nhận	trong 1 năm	3.10^{-11}
Độ trôi thống kê	ra 1.10^{-12}/1 năm		
Giá thành so sánh	5,5	1,5	

Tất cả các tần số, tất cả các hoạt động được đồng bộ với các đồng hồ vệ tinh trên tần số 10,23 Mhz

(Megabit/giây) – 1.023.000 bit/giây)

(Megabit/giây: Mbps)

Hàng ngày độ lệch của đồng hồ cực đại là 10 -12 Mhz. Trạm điều hành chính có khả năng điều khiển thời gian, tần số và pha. Mã PRN được đồng bộ thời gian,tần số và pha. Mã PRN được đồng bộ thời gian và duy trì trong khoảng thời gian 976 μs (micro giây) so với thời gian của hệ thống.

Các đồng hồ nguyên tử của các vệ tinh hiện rõ hiệu ứng tương đối và hệ thống định vị toàn cầu là một ví dụ thực tế là thuyết tương đối tổng quát và riêng biệt Anhstanh.

Do có tốc độ tương đối giữa đồng hồ trên vệ tinh và đồng hồ trên mặt đất nên giả sử một đồng hồ trên vệ tinh được xem như bị chậm nếu tần số thu nhập thấp hơn tần số quy định. Đây chính là tình tương đối riêng biệt.

Ngoài ra đồng hồ còn bị tác động của một hiệu ứng khác đó là: Một đồng hồ bị chậm hơn so với đồng hồ khác khi nó đặt ở vùng có trường có hấp dẫn cao hơn. Đó là thuyết tương đối tổng quát. Ảnh hưởng của trọng lực ngược lại trong thuyết tương đối riêng biệt. Hai loại lực này phủ nhận nhau. Nếu vệ tinh ở trên qũi đạo có bán kính =1,5 bán kính trái đất. Nhưng thực tế qũi đạo vệ tinh GPS có độ cao gần 4 lần bán kính trái đất nên đồng hồ của vệ tinh chạy nhanh hơn đồng hồ trên trái đất. Nếu không tiến hành hiệu chỉnh thì chúng sẽ bị lệch +38 μs/1 ngày. Độ lệch này tương ứng với cự ly sai lệch 11 Km

3.3.2. Tín hiệu vệ tinh và mã hóa tín hiệu

3.3.2.1. Tần số của tín hiệu vệ tinh:

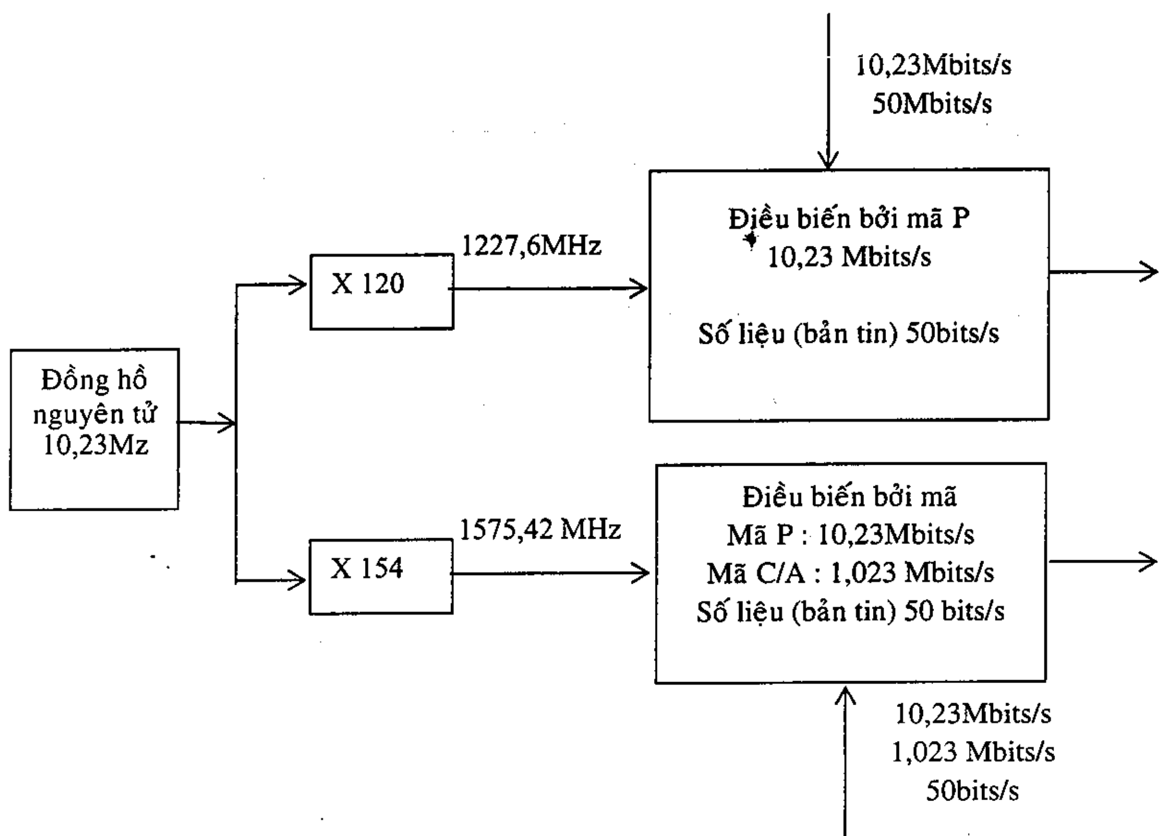
Mọi thành phần của tín hiệu GPS đều dựa trên cơ sở tốc độ cơ bản của đồng hồ Cacsium là f_0=10,23 Mhz. Trên thực tế, tốc độ đồng hồ vệ tinh được cố ý đặt thấp hơn 4,45.10^{-10} so với giá trị f_0 (tức tần số chỉ còn f = 10229999,99545 Hz, f_0 là giá trị danh nghĩa) để bù trừ các hiệu ứng tương quan trung bình: tổng hiệu ứng tương quan tổng quát tạo bởi trung bình chênh lệch thế trọng lực giữa vệ tinh và người sử dụng và hiệu ứng tương quan đặc biệt nảy sinh do tốc độ tương đối trung bình giữa vệ tinh và người sử dụng.

Để tạo sóng mang, người ta dựa vào tần số cơ bản f_0. Tần số này sẽ được nhân ra như sau:

+ f_0 x 154 tạo tần số L1 = 1.575,42 Mhz (λ = 19cm).

+ F_0 x 120 tạo tần số L2 = 1.227,6 Mhz (λ = 24cm).

Hai tần số này sử dụng làm tham số sóng mang, phát tín hiệu tới người sử dụng.



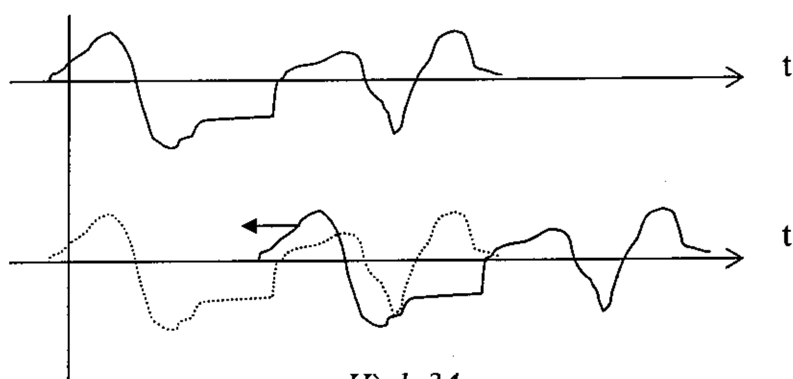
Hình 33

Đường lan truyền và qua đó thời gian lan truyền của tín hiệu chịu ảnh hưởng của sự khúc xạ ở tầng ion. Sự khúc xạ này sinh ra sai số trong việc đo khoảng cách. Với việc phát mã chính xác (P code – precision code) ở 2 tần số L_1 & L_2 sẽ xác định được các sai số đó và áp dụng trong thời gian truyền. Mã tiêu chuẩn (mã thu thô - C/A - coarse acquisition code) chỉ phát ở tần số L_1.

3.3.2.2. Tín hiệu mã hoá

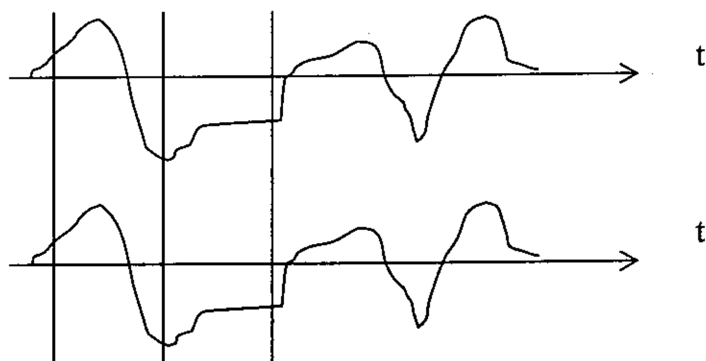
a). **Tương quan tự động :**

Giả sử có hai đường cong hiệu điện thế biến đổi bất kỳ (hình 34a). Khi hiệu điện thế này dương, hiệu điện thế kia có khả năng + hoặc – (cùng khả năng) và ngược lại. Do đó lấy trung bình tích hiệu điện thế tức thời trong một thời gian đủ dài, ta sẽ có giá trị trung bình là 0.



Hình 34a

Cho hai đường cong giống nhau nhưng lệch nhau về thời gian, khi đó tích hiệu điện thế tức thời có cùng khả năng dương hoặc âm. Tuy nhiên nếu dịch chuyển cho trùng thời gian thì khi đó hiệu điện thế tức thời sẽ đồng thời + hoặc –, do vậy tích của chúng luôn + (hình 34b).



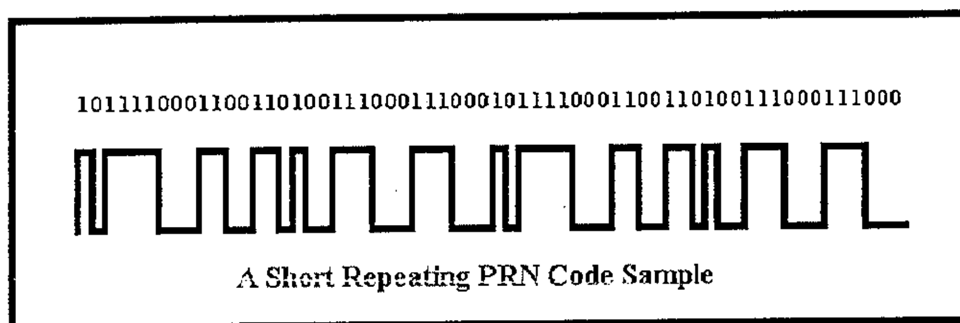
(hình 34b)

Khi đạt vị trí trùng nhau này, trung bình các tích sẽ đột ngột tăng đến cực đại rồi sau đó đột ngột trở về 0.

Phương pháp này cho phép xác định một cách chính xác hiệu điện thế đường cong giống nhau có cùng pha hay khác pha và được gọi là sự tương quan tự động hay tương quan chéo.

Thay cho đường cong hiệu điện thế bất kỳ như trên, vệ tinh phát đi các tín hiệu bao gồm các chuỗi hiệu điện thế dương hoặc âm

(chips) (hình 35). Thời gian kéo dài của các chip gọi là độ dài chip. Một chuỗi như thế gọi là chuỗi "tín hiệu ngẫu nhiên giả" PRN (Pseudo Random Noise).



Hình 35: Ví dụ về một đoạn mã PRN

Vệ tinh phát đi kế tiếp nhau các chuỗi giống nhau. Chuỗi này được tạo bởi bộ ghi xê dịch. Ở mỗi vệ tinh, bộ này có thể tạo rất nhiều chỗi khác nhau, chuỗi nào dùng ở vệ tinh sẽ trạm điều khiển quy định. Trạm dẫn động sẽ phát lệnh đến vệ tinh cho biết chuỗi được chọn. Máy thu của người sử dụng cũng có một bộ ghi xê dịch như thế. Khi nhận được mã tín hiệu từ vệ tinh, bộ này sẽ phát ra chuỗi giống như chuỗi được chọn ở vệ tinh để so sánh.

b). **Các Mã PRN (Psendo Random Noise Code)**

Hệ thống định vị toàn cầu sử dụng 2 loại mã nhiễu ngẫu nhiên giả PRN đó là mã C/A và mã P:

+ Tần số sóng mang L_1 được điều biến bởi mã P và C/A và dữ kiện hàng hải.
+ Tần số sóng mang L_2 được điều biến bởi mã P và dữ kiện hàng hải

Trong đó, Mã C/A là mã tiêu chuẩn SPS (Standard Positioning Service) phục vụ định vị chính xác.

Mỗi vệ tinh phát đi hại loại mã : C/A và P

+ ***Mã C/A :*** Có tần số "chip" (số lượng chip / s) là f_0 /10 = 1.023 Mhz, chiều dài bước sóng khoảng 300 mét, độ dài 1.023 bit và chu kỳ 1ms. Độ dài chip là 0,9975ms. Độ dài mã (độ dài chuỗi) 1ms = 1000 μs. Như vậy, một chuỗi gồm 1000/0,9975 ≈ 1.000

chip. Chuỗi này lặp lại mỗi ms. Mỗi vệ tinh được phân 1 mã C/A khác nhau.

- ***Mã P :*** Có tần số chip là f_0 = 10,23 Mhz, chiều dài bước sóng khoảng 30 mét, độ dài 235 459 592 765 000 bit và chu kỳ là 36 tuần (266 ngày) 9 giờ 45 phút và xấp xỉ 55,5 giây. Độ dài chip là 99,75ns (= 1/10 của mã C/A). Một tổ hợp mã P được phân ra thành nhiều đoạn, mỗi đoạn dài 7 ngày và mỗi vệ tinh được phân một đoạn. Điều này có nghĩa là mã P được lặp lại sau 1 tuần lễ. Vào lúc 00 : 00 UTC tối thứ bảy, rạng sáng chủ nhật bắt đầu chuỗi mới. Trong suốt tuần sau đó, không có sự lặp lại. Với độ dài mã như thế, máy thu bị khó khăn và tốn nhiều thời gian cho việc tìm phần của mã được sử dụng để tiến hành làm tương quan tự động. Vì thế cứ mỗi 6s, máy phát vệ tinh sẽ phát đi bản tin về thời gian đã qua từ khi bắt đầu mã P. Nhờ đó máy thu có thể tìm được phần mã thích hợp một cách nhanh hơn. Thời gian đo được phát đi bằng đơn vị là 1,5s gọi là zecond số đếm z gọi là HOW (Handover Word). Hai mã C/A và P được phát đồng thời và liên tục, dùng chung 1 tham số sóng mang. Máy thu có thể tách hai mã này nhờ 1 phương pháp điện tử đặc biệt (được áp dụng ở máy phát và máy thu).

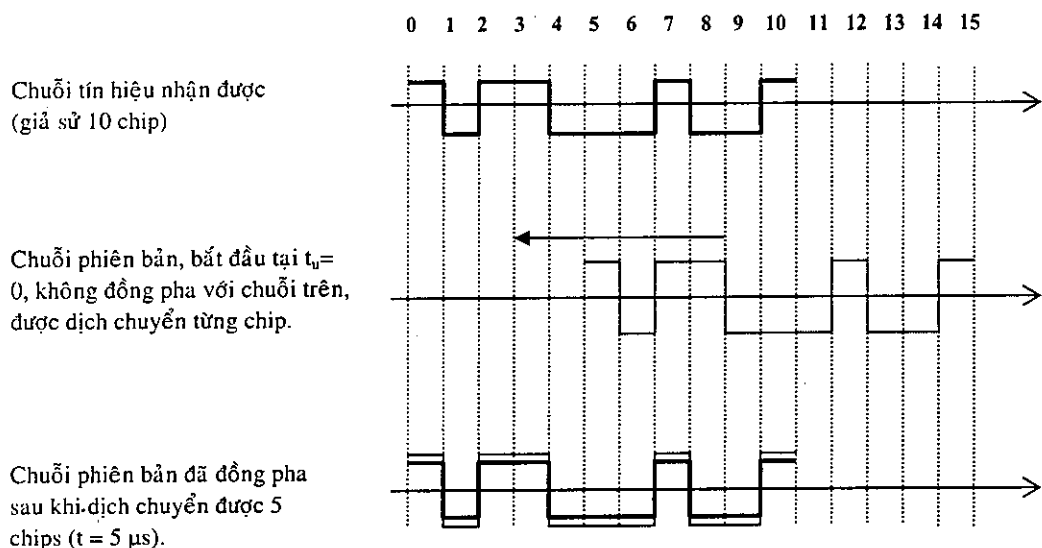
c). ***Xác định thời điểm đến của mã C/A:***

Phương pháp xác định thời điểm đến t_u của các chuỗi phát từ vệ tinh thông qua bộ tương quan tự động được tiến hành như sau (hình 36) :

+ Giả sử chuỗi nhận được từ vệ tinh như ở dòng 1 (các chuỗi kế tiếp được lặp lại).

+ Một bản sao được phát từ máy thu như ở dòng 2, bắt đầu từ thời điểm $t_u = 0$ ở đồng hồ người sử dụng.

+ Ban đầu chuỗi phiên bản và chuỗi nhận được không cùng pha. Chuỗi phiên bản được dịch chuyển dần đến khi trung bình tích hiệu điện thế tức thời đạt giá trị cực đại. Khi đó hai chuỗi đã đồng pha.

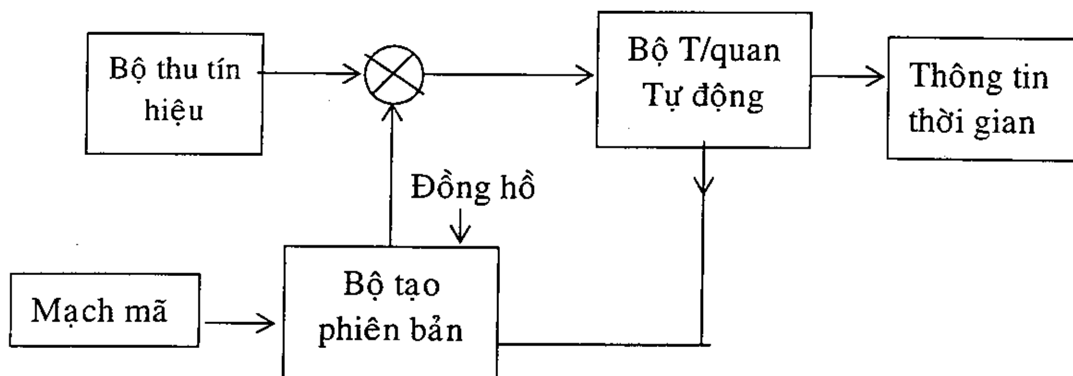


Hình 36

\+ Nếu khoảng cách giữa tàu và vệ tinh thay đổi, các chuỗi phát từ vệ tinh sẽ đến những thời điểm khác nhau. Tuy nhiên bộ tương quan tự động sau khi đã ở trạng thái đồng pha sẽ tự động điều chỉnh để đảm bảo trạng thái này bằng cách dịch chuyển chuỗi phiên bản. Mỗi dịch chuyển 1 μs tương đương khoảng cách C.t = 300m. Theo hình vẽ, chuỗi phiên bản được dịch chuyển 5 chips để đạt trạng thái đồng pha. Như vậy thời gian từ $t_u = 0$ đến thời điểm đến của chuỗi tín hiệu từ vệ tinh là 5 μs.

Ở mã C/A, sai số 1 chuỗi (1ms) tương ứng với sai số khoảng cách = 300 km. Điều này gây khó khăn cho việc định vị bởi bất kỳ chuỗi phiên bản nào cũng có thể so sánh với bất kỳ chuỗi tín hiệu nhận được từ vệ tinh.

Sơ đồ tiến hành tương quan tự động được mô tả như hình 37. Chuỗi mã ngẫu nhiên giả nhận được (sau khi tách ra và khuếch đại) thường không đồng pha với chuỗi phiên bản tạo bởi máy thu. Các chuỗi được phát bởi bộ tạo dịch chuyển được dịch chuyển theo pha của đồng hồ. Khi đồng pha, bộ tương quan tự động sẽ sinh ra 1 điện thế để ngừng việc dịch chuyển (thông qua 1 mạch mã) và cung cấp giờ của đồng hồ cho máy tính.



hình 37

d). ***Xác định thời điểm đến ở mã P.***

Phương phap xác định thời điểm đến của chuỗi tín hiệu vệ tinh ở mã P về cơ bản tương tự C/A ngoại trừ :

+ Độ dài mã là một tuần, mỗi tuần một mã mới được sử dụng, vì thế không có sự nhầm lẫn.
+ Độ dài chip là 100ns = 1/10 đối với C/A. Nhờ đó thời điểm đến được bộ tương quan xác định với độ chính xác rất cao.
+ Phương pháp tương quan tự động tương tự được áp dụng ở các trạm quan sát nhưng kết quả được đưa đến trạm điều khiển chính. Ở đây sẽ thực hiện mọi tính toán để xác định t_{sv} và Δt_{sv}.

e). ***Ưu điểm của việc tiến hành tương quan tự động :***

Việc tiến hành tương quan tự động có các ưu điểm chính sau :

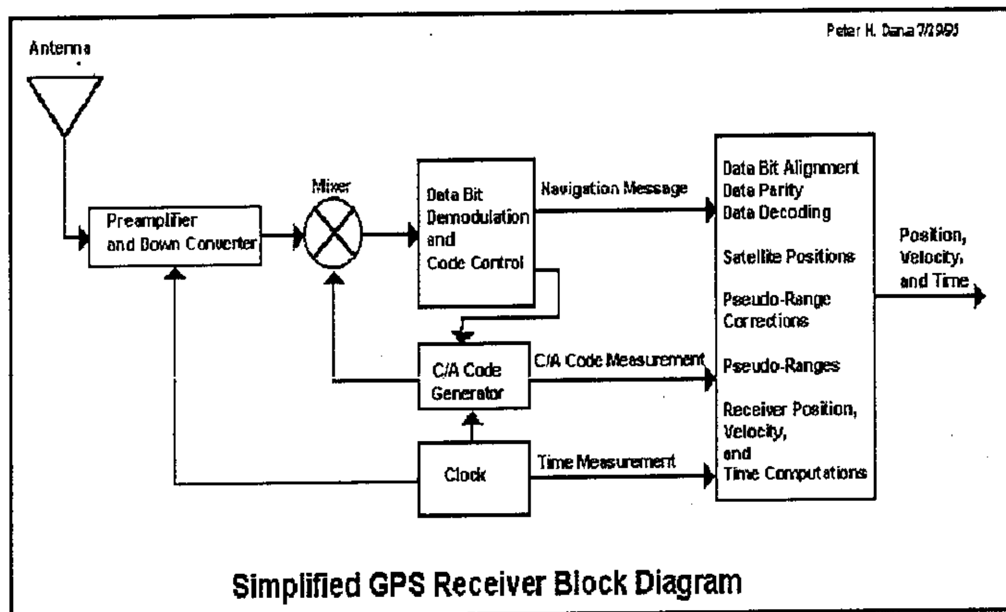
(1) Thông thường tín hiệu vệ tinh yếu hơn nhiễu và có thể không nhận được. Thế nhưng hiệu điện thế cao do bộ tương quan tạo có thể nhận được rõ ràng vì mức độ chính xác của nó cao hơn nhiều.

(2) Tần số chip cao tạo ra một hiệu điện thế đỉnh rất mạnh ở bộ tương quan, đảm bảo độ chính xác cao cho việc xác định thời gian đến của tín hiệu vệ tinh (đơn vị tính bằng ns).

(3) Do hệ thống GPS chỉ sử dụng được khi máy thu của người sử dụng có được phiên bản của chuỗi tín hiệu mã hóa, phương pháp tương quan tự động cho phép nhà chức trách giới hạn mức độ áp dụng hệ thống GPS cho các đối tượng khác nhau.

(4) Do tín hiệu đã mã hóa của vệ tinh dưới mức độ nhiễu, chúng không gây ra nhiễu giao thoa. Các tần số có thể sử dụng mà không cần sự cho phép của nhà chức trách. Chúng chỉ làm tăng độ nhiễu vô tuyến chung trong khí quyển.

(5) Không thể bị gây nhiễu (phá hoại)



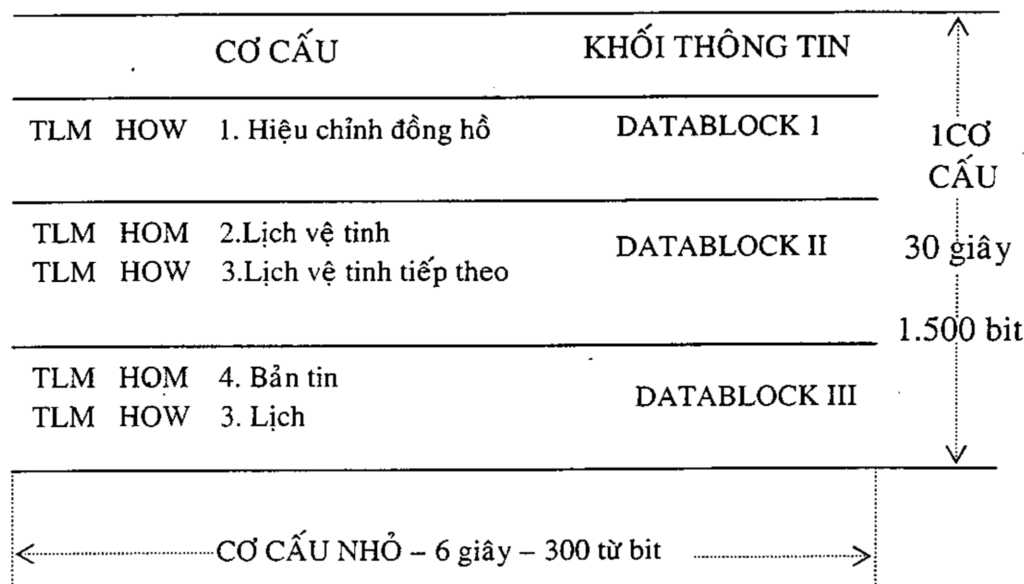
Hình 38: Sơ đồ khối tổng quát của máy thu GPS

3.3.3. Bản tin hàng hải

Tần số L_1 và L_2 của vệ tinh hàng hải được điều biến với bản tin hàng hải. Nó được phát liên tục với tốc độ 50bit/giây (bps). Bản tin bao gồm thông tin cần thiết để xác định vị trí giống như bản thông báo về sức khoẻ con người. Các dữ liệu bao gồm : giờ hệ thống, số hiệu chỉnh đồng hồ, lịch vệ tinh và thông tin về trạng thái hoạt động của hệ thống (hình 39).

Bản tin hàng hải bao gồm một số cơ cấu dữ kiện 1.500 bit. Cơ cấu này gồm 5 cơ cấu nhỏ và mỗi cơ cấu nhỏ chứa 300bit. Một cơ

cấu nhỏ được phát trong 6 giây với tốc độ 50bit/giây. Một thông điệp cần 30 giây để truyền.



Hình : 39

Một cơ cấu nhỏ bao gồm 300 từ bit. Hai từ thứ nhất trong mỗi cơ cấu nhỏ là từ TLM (TLM : Telemety Message – Bản tin xa) và HOW (Hand Over Word). Các từ này được phát từ vệ tinh. Khâu điều khiển sẽ phát 8 từ còn lại của mỗi cơ cấu nhỏ.

TLM là dữ kiện từ xa, chủ yếu sử dụng ở khâu điều khiển. Nó được sử dụng để kiểm tra các dữ kiện vệ tinh. Trong các vệ tinh khối 1, nó còn chứa cả thông tin về khả năng lật của mômen lăn không ảnh hưởng đến qũi đạo vệ tinh. Do đó những thông tin này bị cắt bỏ. TLM thường không sử dụng trong các máy thu hàng hải hệ thống định vị toàn cầu. HOW (the Hand Over Word) là từ thứ hai trong mỗi cơ cấu nhỏ cung cấp những thông tin cần thiết để chuyển giao tới mã P, sử dụng thông tin số đếm Z trong HOW. Người sử dụng mà P biết chính xác trạng thái của mã P cần thiết để tiếp nhận khoá chặn.

Tất cả các dữ kiện hàng hải khác được tính toán và phát từ khâu điều khiển.

Bản tin hàng hải được phân chia thành 3 khối dữ kiện và một khối với 5 cơ cấu nhỏ chứa các bản tin đặc biệt. Mỗi khối đều chứa đựng số liệu chỉnh mã P để điều hành việc thu nhận.

+ Khối dữ kiện I ở trong cơ cấu đầu tiên được lặp lại sau 30 giây và được phát từ khâu điều khiển. Khối dữ kiện I bao gồm các thông tin về số liệu chỉnh của đồng hồ và tuổi của đồng hồ dữ kiện (Age Of Date Clock - AODC). Ngoài ra nó còn cung cấp thông tin về độ trễ khí quyển cho người sử dụng máy thu một tần số, số hiệu chỉnh được xác định trong TGD, độ trễ nhóm (Group Delay). . . Hơn nữa nó còn cho biết sự khác nhau giữa độ trễ L_1 và L_2 trong khí quyển và thông tin độ trễ L_1 và L_2 ở bên trong vệ tinh. Độ trễ nội tại được đo và định mức trước khi phóng vệ tinh. Máy thu 2 tần số không chịu sự tác động của độ trễ nhóm. Chúng có thể so sánh thời điểm tới của hai tín hiệu và hiệu chỉnh độ trễ. Máy thu I tần số có thể sử dụng TGD (số hiệu thời gian nhóm) để định giá trị độ trễ và đưa nó vào để tính toán.

+ Khối dữ kiện II được chứa trong cơ cấu nhỏ thứ 3 và thứ 2. Nó bao gồm thông tin về vị trí vệ tinh chính xác và dự đoán thành phần qũi đạo trong tương lai. Tuổi của lịch số liệu vệ tinh (Age Of Date Ephemerides AODE) cũng nằm trong khối dữ kiện này. Điều này giúp cho người sử dụng biết thời gian hiệu chỉnh lịch vệ tinh. Khối dữ kiện này được sử dụng để mô hình hóa sai số. Ngay cả khi xem xét qũi đạo vệ tinh có dạng hình tròn thì lịch vệ tinh cũng được xem xét hết sức cẩn thận. Do có độ lệch dự đoán do trường hấp dẫn từ mặt trăng, các hành tinh khác và mặt trời, khâu điều khiển theo dõi qũi đạo vệ tinh phải hết sức cẩn thận.

+ Khối dữ kiện III ở trong cơ cấu nhỏ thứ 4 và 5, bao gồm "lịch vệ tinh", số liệu chỉnh đồng hồ và độ trễ khí quyển. Lịch cho biết rất nhiều quan sát cho tất cả các vệ tinh của hệ thống GPS. Dữ kiện bị cắt xén bản dịch tham khối I và khối II đối với từng vệ tinh. Do đó chúng không còn chính xác như lúc đầu. Ngoài ra lịch còn cung cấp thông tin nhận dạng và tình hình hoạt động của từng vệ tinh .

Lịch cần thiết để tính toán quan sát vệ tinh và lựa chọn nhóm vệ tinh sao cho việc định vị có độ chính xác cao nhất . Lịch cho phép tính toán khoảng cách gần đúng, tăng tốc độ thu nhận mã C/A.

Tổng số chiều dài của lịch vượt qúa khả năng lưu trữ của cơ cấu nhỏ. Cứ 30 giây, năm cơ cấu nhỏ lại phát một phần của lịch.

Toàn bộ lịch bao hàm 25 cơ cấu nhỏ nghĩa là 25 nhân với 6 giây bằng 150 giây. Do đó theo chu kỳ 30 giây thì chỉ có 6 giây phát lịch. Để nhận toàn bộ thông tin, phải mất 750 giây hay 12 ½ phút. Sau đó lịch bắt đầu phát lại tất cả.

Các máy thu lưu trữ lịch trong bộ nhớ không phải chờ chuyển giao giữa các lần định vị trí. Thông thường lịch có gía trị khoảng vài tuần và tự lưu trữ trong máy thu.

3.4. VI PHÂN GPS

Vị trí dự đoán của vệ tinh sẽ có sai sót nhất định trong không gian ba chiều, dẫn tới sai số trong vị trí của máy thu.

Nếu có một máy thu thứ hai ở khoảng cách giả sử 100 km so với máy thui thứ nhất (trạm vi phân GPS) thì máy thu này cũng sẽ chịu sai số gần giống như thế. Đó là do độ cao vệ tinh ≈ 20.200 km lớn hơn rất nhiều so với khoảng cách 100 km giữa 2 người sử dụng, đường truyền tín hiệu từ vệ tinh tới người sử dụng sẽ gần như nhau nên sóng vô tuyến gần như chịu cùng sự khúc xạ của tầng Ion.

Trường hợp kinh, vĩ độ và độ cao của trạm vi phân GPS đã biết chính xác, tổng sai số trên các hướng khi đó có thể xác định với độ chính xác của trạm và vị trí tính toán từ việc thu tín hiệu của vệ tinh để đưa ra 1 giá trị hiệu chỉnh. Các trạm vi phân GPS không chỉ tính toán độ chênh lệch giữa vị trí đo đạc và vị trí thật, mà còn tính số hiệu chỉnh đối với khoảng cách giả. Số hiệu chỉnh vị trí hoặc khoảng cách giả.

Vi phân GPS rất linh hoạt cho các trường hợp định vị với độ chính xác cao, chẳng hạn hàng hải trong cảng, trên sông và trong luồng hẹp, hoặc định vị dàn khoan dầu, khảo sát đo đạc và hải dương học, đi lại trên đất liền cũng như hạ cánh máy bay.

Bên cạnh độ chính xác định vị cao hơn, GPS vị phân còn nâng cao độ tin cậy hàng hải. Nó đảm bảo với người sử dụng tất cả các tín hiệu dừng để định vị và được kiểm tra và hiệu chỉnh. Tính toàn vẹn của hệ thống được nâng cao bởi vì khi có một vài sai sót trong hiệu chỉnh vệ tinh và số hiệu chỉnh đồng hồ thì ngay tức khắc trạm GPS vi phân sẽ báo động và thông báo sai lệch.

Các nguồn sai số chủ yếu trong GPS vi phân là :

(1) Sai số SA : là sai số cố ý thêm vào trong bản tin hàng hải với mục đích bảo mật quân sự. Loại sai số khoảng cách giả này khoảng 30m (95%). Máy thu hàng hải loại GPS ghi nhận sai số này và có thể loại trừ nó hoàn toàn.

(2) Độ trễ điện ly : ở những vùng biệt lập, các sai số này đạt tới 20-30m vào ban ngày và 3 - 6m vào ban đêm. Máy thu 2 tần số có thể nhận được cả tần số L_1 và L_2, nên có thể hiệu chỉnh sai số này bằng cách tính toán độ trễ dự báo được phát từ vệ tinh. Phương pháp này làm giảm sai số xuống còn lại vài mét.

(3) Độ trễ đối lưu : có thể đạt tới 4m (95%) khi vệ tinh ở thấp hơn đường chân trời. Khi vệ tinh có độ cao trên 5^0 thì độ trễ này không đáng kể, có thể bỏ qua trong tính toán .

(4) Sai số chòm vệ tinh : là hiệu số giữa vị trí dự đoán và vị trí thật của vệ tinh. Thông thường sai số này rất nhỏ (khoảng vài mét)

(5) Sai số đồng hồ vệ tinh : là hiệu số giữa thời gian chuẩn của hệ thống GPS và thời gian dự đoán trong bản tin hàng hải của vệ tinh.

3.4.1. Một số phương pháp vi phân GPS

3.4.1.1. Trạm chỉ dẫn phát số hiệu chỉnh đối với khoảng cách giả.

Máy thu trong trạm chỉ dẫn đo khoảng cách giả tới tất cả các vệ tinh quan sát được (thường xuyên có 7 vệ tinh quan sát) và tính toán hiệu số giữa khoảng cách tính toán và khoảng cách đo đạc, số hiệu khoảng cách giả đối với từng vệ tinh và phát truyền đến các máy thu. Cần lưu ý rằng khoảng cách giả cũng được hiệu chỉnh thêm. Những ưu điểm của hệ thống khi sử dụng số hiệu chỉnh khoảng cách giả :

Các trạm chỉ dẫn phát số hiệu chỉnh cho tất cả các vệ tinh quan sát được. Điều này cho phép người sử dụng lựa chọn các chòm vệ tinh

Người sử dụng tùy ý lựa chọn các loại máy thu khác nhau. Trong hệ thống hiệu chỉnh khoảng cách giả, các trạm chỉ dẫn chỉ sử

dụng đo khoảng cách giả chứ không phụ thuộc vào thuật toán đang sử dụng để tính toán vị trí.

Người sử dụng có thể loại bỏ những vệ tinh có số hiệu chỉnh quá lớn.

Nhược điểm của việc phát số hiệu chỉnh khoảng cách giả là đòi hỏi số lượng lớn phần mềm trong máy thu. Như vậy giá thành máy thu sẽ cao hơn.

3.4.1.2. Phát số hiệu chỉnh sai số vị trí.

Tương tự phương pháp thứ nhất, ở đây không phát số hiệu chỉnh khoảng cách giả mà phát số hiệu chỉnh sai số vị trí. Nhược điểm của phương pháp này là người sử dụng phải có tính toán cơ bản đối với một vài chòm vệ tinh giống như trạm chỉ dẫn. Chúng ta tưởng tượng với 8 vệ tinh quan sát được sẽ có gần 70 tổ hợp để xác định vị trí. Như vậy trạm chỉ dẫn phải có khả năng lớn để phát tất cả số hiệu chỉnh vị trí của tất cả các tổ hợp trong khoảng thời gian nhất định.

Với quan điểm chuẩn hóa quốc tế GPS vi phân, Hội đồng vô tuyến Bắc Mỹ phục vụ hàng hải (RTCM) đã lập một ủy ban vào tháng 11/83. Ủy ban này gọi là "Ủy ban đặc biệt 104 về NAVSTAR vi phân/phục vụ GPS" với điều khoản hướng dẫn triển khai vi phân GPS, dữ kiện, tần số. . . Ủy ban lựa chọn phương pháp thứ nhất coi đó là điều tiêu chuẩn của các trạm vi phân GPS tương lai.

Tuy nhiên, trước khi vi phân GPS sử dụng rộng rãi trong hàng hải, vấn đề cấp bách là sử dụng vi phân GPS ngay trong những vùng mật độ giao thông dày đặc, những nơi có nhiều chướng ngại nguy hiểm, kể cả những vùng dầu mỏ tập trung hoặc những nơi đang thăm dò dầu khí.

3.4.1.3. Vệ tinh giả (trạm mẫu chuẩn bị phân)

Trạm mẫu chuẩn vi phân là dạng đặc biệt của vi phân GPS. Giống như vi phân GPS nó bao gồm 1 máy thu và 1 máy phát đặt ở vị trí đã định. Trạm mẫu chuẩn tính toán tất cả các khoảng cách giả đến các vệ tinh quan sát được. Tín hiệu vi phân GPS bao gồm số hiệu chỉnh khoảng cách giả đo đạc. Các trạm mẫu chuẩn vi phân phát số

hiệu chỉnh ở tần số L_1 giống như vệ tinh phát. Do đó nó có tên gọi là trạm mẫu chuẩn (Psendolites) hoặc vệ tinh giả (Psendo satellite).

Hệ thống trạm mẫu chuẩn vi phân phát 1 tín hiệu tương hợp với vệ tinh, nghĩa là trên cùng 1 tần số. Như vậy không cần phải bổ sung phần mềm để lựa chọn và nhận dạng thông tin (vệ tinh giả).

Nhược điểm của việc áp dụng tần số L_1 là :

Tín hiệu của trạm mẫu chuẩn vi phân bị giới hạn bởi đường nhìn thấy gần 80Km trên bề mặt trái đất. Yêu cầu nghiêm ngặt đối với khả năng máy thu nhằm điều khiển tín hiệu theo những công suất khác nhau. Tín hiệu của trạm mẫu chuẩn thường có công suất lớn hơn tín hiệu vệ tinh.

Thông qua việc ứng dụng các trạm mẫu chuẩn vi phân GPS trong hàng không – nó càng hấp dẫn đối với hàng hải. Vấn đề thời sự hàng chục năm nay trong hàng hải là nâng cao độ chính xác vị trí xác định trong cảng, vùng hẹp vùng mật độ tàu qua lại nhiều.

Từ trước tới nay chưa hệ thống hàng hải nào đáp ứng một cách trọn vẹn. Duy nhất chỉ có hệ thống định vị toàn cầu với vi phân GPS hoặc hệ thống trạm mẫu chuẩn vi phân hỏa mãn một cách triệt để các yêu cầu dẫn tàu trong vùng hẹp, ven bờ.

Tín hiệu của trạm vi phân chuẩn được đồng bộ chính xác với thời gian chuẩn PPS và người sử dụng có thể nhập được số đọc khoảng cách giả bổ sung bằng cách sử dụng trạm vi phân chuẩn thay thế vệ tinh. Tính nhân tạo này làm tăng vùng bao phủ của vệ tinh và tăng đặc tính hình học hàng hải. Như thế hàng hải chính xác có thể thực hiện ngay trong trường hợp vùng bao phủ bị giảm.

Bằng phương pháp sử dụng trạm mẫu chuẩn vi phân, xác định vị trí hàng hải chỉ cần 3 vệ tinh.

Ứng dụng phương pháp trạm mẫu chuẩn vi phân đã tiết kiệm được 1máy thu bổ sung để nhận số hiệu chỉnh vi phân từ trạm chỉ dẫn. Như vậy phương án trạm mẫu chuẩn vi phân có giá thành rẻ hơn so với phương án khác của GPS vi phân.

3.5. ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ CÁC NGUỒN SAI SỐ CỦA GPS

3.5.1. Hai mức độ chính xác.

Xác định vị trí tàu bằng hệ thống định vị toàn cầu được qui định bằng hai mức độ chính xác:

+ ***Sử dụng trong dân sự:***

Thường gọi là phục vụ định vị tiêu chuẩn (GPS Standard Positioning Service). Chế độ định vị tiêu chuẩn cho phép xác định vị trí theo không gian hai chiều với độ chính xác nhỏ hơn 15-25m (xác suất 95%, 5% còn lại vị trí xác định có toạ độ chính xác kém hơn.

+ ***Sử dụng trong quân sự :***

Có số liệu đầu vào rất chính xác. Phân thành các loại sau :

Phục vụ định vị chính xác (PPS - Precision Positioning Service). Chế độ định vị chính xác cho phép xác định vị trí theo không gian hai chiều với độ chính xác nhỏ hơn 18m với xác suất 95%.

Trong thời gian phát triển hệ thống định vị toàn cầu, kinh nghiệm cho thấy rằng độ chính xác vị trí xác định theo chế độ định vị tiêu chuẩn tốt hơn nhiều nếu Bộ quốc phòng Mỹ không gây hạn chế đối với người sử dụng dân sự. Do vậy khi hệ thống định vị toàn cầu hoạt động đầy đủ, Mỹ sẽ hạn chế bản tin hàng hải đối với dân sự làm cho độ chính xác vị trí giảm đi.

+ ***Giới hạn độ chính xác khi sử dụng (Selective Availability - SA) :***

Qua thử nghiệm hệ thống GPS, người ta nhận thấy độ chính xác vị trí khi sử dụng mã C/A đã vượt quá sự mong đợi và do vậy Bộ phòng thủ Mỹ muốn giảm độ chính xác các hệ thống khi hệ thống sử dụng rộng rãi.

Khi hệ thống định vị toàn cầu hoạt động đầy đủ, Bộ quốc phòng Mỹ sẽ thực hiện kế hoạch để là giảm độ chính xác đối với người sử dụng dân sự. Như vậy sẽ có những lựa chọn sau :

Mã C/A để cho người sử dụng dân sự, những bản tin hàng hải đã bị cắt xén. Trong khi đó mã P hoàn toàn bí mật không thông báo

cho người sử dụng dân sự biết. Hệ thống định vị toàn cầu có hai mức độ chính xác :

+ Phục vụ định vị tiêu chuẩn (SPS) dùng mã C/A trên tần số sóng mang L_1 cho độ chính xác 100m (95%)
+ Phục vụ định vị chính xác (PPS) dùng cả hai tần số L_1 và L_2 cho mã P với độ chính xác 16m (95%).

Hiện nay mã chính xác là mã P phục vụ định vị chính xác được Mỹ cho phép. Theo quan điểm của Mỹ phương án định vị chính xác chỉ được sử dụng rộng rãi cho mọi đối tượng khi quyền lợi và an ninh của nước Mỹ không bị tổn hại và đe dọa.

3.5.2. Sự suy giảm độ chính xác về cấu hình của các vệ tinh và máy thu khi đo đạc (DOP)

3.5.2.1. "Sai số khoảng cách tương ứng của người sử dụng" (User Equivalent Range Error – UERE)

Các sai số tồn tại khi máy thu GPS xác định khoảng cách đến vệ tinh bao gồm:

(1) Sai số đồng hồ vệ tinh: là hiệu số giữa thời gian chuẩn của hệ thống GPS và thời gian dự đoán trong bản tin hàng hải của vệ tinh. Mặc dù vệ tinh được trang bị đồng hồ có độ chính xác rất cao, nhưng các đồng hồ này vẫn có sai số (có thể lên đến 0.001 giây) và gây ra sai số khoảng 3m (68%).

(2) Độ trễ điện ly : do tín hiệu truyền qua khí quyển nên có thể bị khúc xạ gây ra độ trễ điện ly, các sai số này phụ thuộc vào tần số sử dụng và thời điểm ban ngày hay đêm. Đối với máy thu 1 tần số sai số khoảng 6.4m, còn đối với máy thu 2 tần số có thể nhận được cả tần số L_1 và L_2, nên có thể hiệu chỉnh sai số này bằng cách tính toán độ trễ dự báo được phát từ vệ tinh. Phương pháp này làm giảm sai số xuống còn lại khoảng 0.4 mét.

(3) Độ trễ đối lưu : chúng có thể đạt tới 4m (95%) khi vệ tinh ở thấp hơn đường chân trời. Khi vệ tinh có độ cao trên 5^0 thì độ trễ này không đáng kể, có thể bỏ qua trong tính toán, trung bình sai số này vào khoảng 0.4m đối với cả hai loại máy thu.

(4) Sai số vị trí vệ tinh : là hiệu số giữa vị trí dự đoán và vị trí thật của vệ tinh do tác động của các yếu tố như gió vũ trụ, lực hấp dẫn của Trái đất và các thiên thể trong vũ trụ, sai sót ở khâu điều khiển .... Thông thường sai số này nhỏ khoảng 3 mét)

(5) Độ trễ đường truyền tín hiệu: tín hiệu vệ tinh có thể truyền đến máy thu trực tiếp hoặc phản xạ từ các vật khác. Tín hiệu phản xạ có thể gây ra sai số khoảng 3.0m (máy thu SPS) và 1.2m (máy thu PPS).

(6) Nhiễu ở máy thu: phụ thuộc vào từng loại máy thu, xảy ra trong quá trình máy thu nhận tín hiệu, xử lý và tính toán, sai số trung bình khoảng 2,5m (máy thu SPS) và 0,5m (máy thu PPS).

Sai số trung bình của các loại sai số trên vào khoảng 8,5m (68%) đối với máy thu SPS (dân sự) và 4,5m (68%) đối với máy thu PPS (quân sự), và còn được gọi là "sai số khoảng cách tương ứng của người sử dụng" (User Equivalent Range Error – UERE).

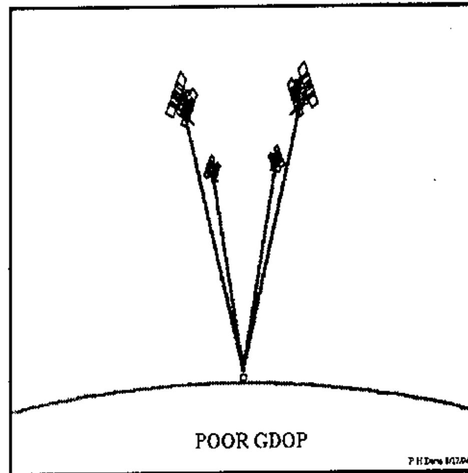
3.5.2.2. Sự suy giảm độ chính xác DOP:

Độ chính xác định vị điểm bằng GPS phụ thuộc vào 2 yếu tố : độ chính xác đo đạc (sai số khoảng cách đo được) và hình học cấu hình vị trí vệ tinh và máy thu khi đo đạc.

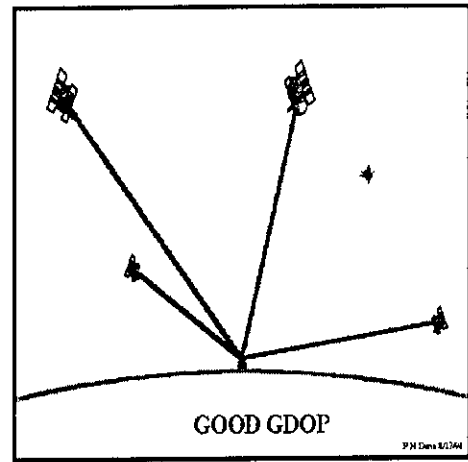
Độ chính xác đo đạc GPS thể hiện bằng sự ảnh hưởng tổng hợp của mức độ tin cậy của lịch thiên văn, sai số truyền sóng, sai số đồng hồ đo thời gian và nhiễu trong máy thu ... và được gọi là *"sai số khoảng cách tương ứng của người sử dụng" (User Equivalent Range Error – UERE).*

Ảnh hưởng của *UERE* dẫn đến sự suy giảm độ chính xác của vị trí xác định đối với hình học cấu hình vệ tinh với máy thu được thể hiện bằng các yếu tố độ suy giảm chính xác DOP (Dilution of Precision).

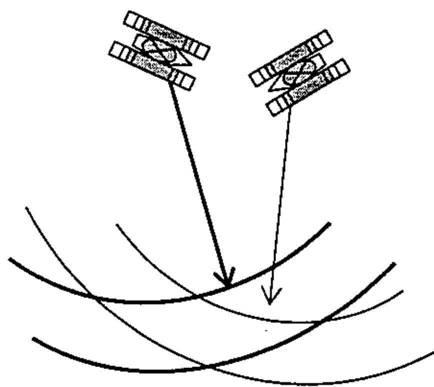
Độ suy giảm chính xác là mối quan hệ hình học giữa các đường vị trí giao nhau. Độ suy giảm hình học ở mức chính xác tốt nhất nếu góc cắt giữa hai đường vị trí cắt nhau một góc 90^0. Các hình dưới mô tả các cấu hình vệ tinh :



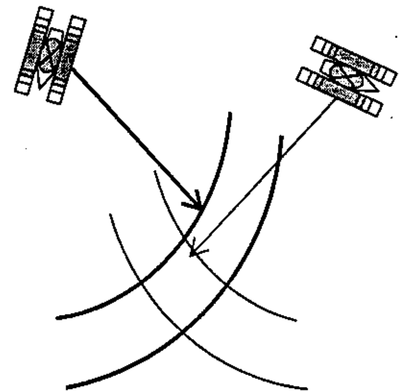
Hình 40: Cấu hình vệ tinh kém, cho Giá trị DOP lớn nên độ chính xác kém



Hình 41: Cấu hình vệ tinh tốt, cho Giá trị DOP nhỏ nên độ chính xác cao



Hình 42: Hai đường vị trí cắt nhau ở góc nhỏ, diện tích sai số lớn nên độ chính xác kém



Hình 43: Hai đường vị trí cắt nhau ở góc gần 90°, diện tích sai số nhỏ nên độ chính xác cao

Có nhiều trị số DOP khác nhau, tùy thuộc chúng ta quan tâm độ chính xác của một số toạ độ riêng biệt hay là tổng hợp của các tọa độ. Các trị số DOP thường dùng nhất là :

+ VDOP : là độ suy giảm chính xác theo chiều cao (Vertical)
+ HDOP: là độ suy giảm chính xác theo phương ngang 2D (Horizontal position)

+ PDOP: là độ suy giảm chính xác trong không gian 3 chiều 3D (Position)

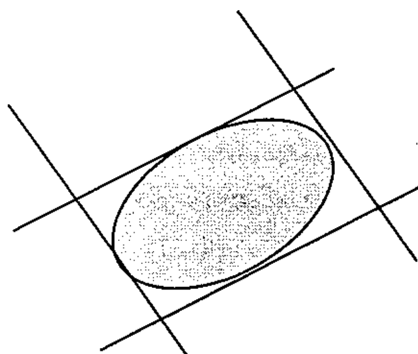
+ TDOP: là độ suy giảm chính xác theo thời gian (Time)

+ HTDOP: là độ suy giảm chính xác theo phương ngang và thời gian (Horizontal and Time)

+ GDOP: là độ suy giảm chính xác trong không gian 3D và thời gian (Geometrical)

Trong hàng hải, thường dùng giá trị độ suy giảm chính xác theo phương ngang HDOP.

Độ suy giảm hình học thường được biểu thị bằng tỷ số giữa sai số vị trí và sai số hệ thống. Độ suy giảm tốt nghĩa là các vệ tinh đã lựa chọn tạo thành chòm với đặc tính tình hình học tối ưu (theo quan điểm của người sử dụng). Độ suy giảm hình học tốt có giá trị thông thường giữa 2 và 4.



Hình 42: Độ chính xác tốt nhất khi 2 đường vị trí cắt nhau ở góc bằng 90^0

Trong hệ thống định vị toàn cầu, thuật ngữ độ suy giảm mức chính xác vị trí thường được sử dụng giống như đo đạc không chắc chắn. Độ suy giảm mức chính xác vị trí thể hiện toàn bộ ảnh hưởng sai số đo khoảng cách lên vị trí xác định và mối tương quan vị trí hình học của các vệ tinh với nhau.

Độ suy giảm mức chính xác có giá trị cao khi các vệ tinh lựa chọn quá gần nhau (theo quan điểm người sử dụng). Giá trị độ suy giảm mức chính xác cao có nghĩa là chòm vệ tinh có đặc tính hình học kém. Do các vệ tinh bay với vận tốc 233Km/phút nên mối tương

quan hình học giữa các vệ tinh thay đổi rất nhanh trong thời gian xác định vị trí bằng hệ thống định vị toàn cầu. Điều đó có nghĩa là độ suy giảm mức chính xác cũng thay đổi nhanh. Máy thu GPS sẽ tự động tính toán và chỉ thị độ suy giảm mức chính xác vị trí.

3.6. MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA HỆ ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU GPS :

3.6.1. Những ưu điểm của hệ thống đối với hàng hải :

+ ***Đội tàu vận tải :***

Trong vận tải biển có các loại tàu dầu, tàu hàng rời, tàu container, tàu khách... Mục đích chủ yếu là vận chuyển hàng hoá từ nơi này đến nơi khác sao cho tốn ít thời gian nhất, giá thành hạ nhất trong mọi điều kiện thời tiết và tất nhiên phải an toàn nhất. Như vậy hàng hải chính xác có ý nghĩa quan trọng. Theo quan điểm kinh tế thì cần phải phân tích, tính toán tìm con đường ngắn nhất để tốn ít nhiên liệu nhất. Nếu xét theo góc độ an toàn thì người ta lại phân tích tuyến đường trên cơ sở mật độ tàu qua lại vùng ven bờ với độ sâu nhỏ.

Va chạm tàu hoặc mắc cạn có khả năng xảy ra với các tàu dầu siêu trọng và những con tàu chở sản phẩm chuyên dụng, chuyên chở hàng nguy hiểm. Tai hoạ không chỉ gây ra hậu quả về tính mạng con người, vật chất mà còn gây ra hậu quả sinh thái.

Hệ thống định vị GPS thường xuyên hiệu chỉnh vị trí chính xác. Đây là thiết bị có vai trò quan trọng trong việc dẫn tàu chính xác, nhanh chóng và loại trừ các rủi ro, tai nạn va chạm.

Hàng hải đại dương thường theo cung vòng lớn. Hệ thống định vị toàn cầu liên tục hiệu chỉnh vị trí để bám sát cung vòng lớn đã vạch sẵn. Nếu máy thu định vị toàn cầu được trang bị cho hàng hải dẫn đường và truy theo với các máy lái tự động thì con tàu sẽ tự động đi theo cung vòng lớn đã vạch trước.

+ ***Đội tàu đánh cá :***

Các bãi cá truyền thống ngày càng ít cá đi, cho nên người ta cần tìm các ngư trường mới phong phú hơn. Mà việc đánh dấu các bãi cá cần phải chính xác cao cũng như việc đánh dấu lại những khu

vực đắm tàu, đá ngầm, bãi rác công nghiệp ngoài biển và các mục tiêu dưới đáy biển mà có thể gây hư hại cho các thiết bị đánh cá.

Với những yêu cầu đó thì hệ thống định vị toàn cầu liên tục hiệu chỉnh vị trí chính xác sẽ đáp ứng được việc dẫn tàu đến bãi cá và việc đánh dấu các chướng ngại vật. Các vị trí được đánh dấu này sẽ lưu lại trên máy.

+ *Tìm kiếm cứu hộ :*

Các con tàu khi hàng hải trong mọi điều kiện không tránh được các rủi ro xảy ra. Nguyên nhân các rủi ro này một phần là do các yếu tố khách quan bất khả kháng, còn phần lớn là do sai lầm của con người.

Một khi con tàu gặp rủi ro, điều cần thiết khi cần có sự giúp đỡ từ bên ngoài là phải thông báo các thông tin về tai nạn : vị trí của tai nạn, tính chất tai nạn... Trong đó, thông tin về vị trí của tại nạn rất quan trọng, bởi vì nếu có vị trí chính xác thì công việc tìm kiếm cứu hộ sẽ nhanh chóng và dễ dàng hơn điều này sẽ làm giảm được thiệt hại của tai nạn.

Hệ thống định vị toàn cầu sẽ đáp ứng được các yêu cầu đó, nó có thể ghi lại tức thời vị trí của tai nạn một cách nhanh chóng và chính xác giúp cho việc thông tin về vị trí dễ dàng hơn.

3.6.2. Tóm tắt về những khả năng ứng dụng của hệ thống GPS :

3.6.2.1. *Trên biển :*

+ Đội tàu vận tải, tàu cá, tàu du lịch :
  - Hàng hải đại dương, ven bờ và trong cảng.
  - Hàng hải trong kênh, sông.
  - Giám sát giao thông thủy.
  - Điều khiển tàu thuyền từ xa.
+ Tìm kiếm cứu hộ.
+ Thăm dò dầu khí :
  - Thăm dò : khảo sát thủy văn, khảo sát địa chấn trong không gian 3 chiều và quy ước khảo sat đặt dàn khoan và đường ống.

- Khoan thử : điều kiện công trình địa chấn.
- Định vị : các tàu khoan và các thiết bị đo.
- Mở rộng khu vực khai thác dầu.

+ Khảo sát thủy văn : thiết lập hải đồ chính xác, hoạ đồ đáy biển, chướng ngại vật nguy hiểm.

+ Bảo vệ bờ biển, nạo vét kênh luồng : thiết kế xây dựng cầu tàu, phát triển cảng, thiết kế xây dựng đập nước.

3.6.2.2. Hàng không và trên đất liền:

+ Điều khiển giao thông và xác định vị trí trên đất liền:
  - Các đối tượng giao thông tư nhân, xe tải, taxi và xe buýt.
  - Tổ chức bảo vệ và cứu hộ.
  - Điều khiển giao thông đường sắt.
  - Khảo sát đo đạc và đồ hoạ.
  - Nghỉ ngơi, giải trí và thám hiểm du lịch.

+ Hàng không:
  - Lập bản đồ không gian, không ảnh.
  - Vạch tuyến đường điều khiển cất cánh hạ cánh máy bay.
  - Điều khiển máy bay trực thăng hoạt động ven bờ.
  - Thiết lập sân bay không cần người điều khiển.

+ Không gian: ứng dụng cho việc định vị và định hướng bay cho các phương tiện không gian khác.

PHỤ LỤC

TỪ VIẾT TẮT, THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA SỬ DỤNG TRONG CÁC HỆ THỐNG VÔ TUYẾN THÔNG TIN VÀ DẪN ĐƯỜNG HÀNG HẢI

Xu hướng viết tắt các từ tiếng Anh thông dụng trong ngành hàng hải ngày càng tăng. Cùng với việc ra đời liên tục các kỹ thuật mới, xuất hiện nhiều thuật ngữ chuyên ngành mới. Phần sau đây nhằm giải thích ý nghĩa các từ viết tắt, các thuật ngữ cũng như các định nghiã liên quan đến vô tuyến hàng hải.

AFTN - Aeronautical Fixed Telecommunications Network : Mạng viễn thông cố định hàng không.

Alert data -Thuật ngữ chung cho dữ liệu báo động ở tần số 406 Mhz và 121,5 Mhz của hệ thống COSPAS-SARSAT nhận được từ những thông tin của tiêu vô tuyến báo nạn. Dữ liệu báo động này có thể chứa vị trí của tiêu vô tuyến và các thông tin khác như dữ liệu nhận dạng và mã thông tin của tiêu vô tuyến đó.

AMVER - Automated Mutual - assistance Vessel Rescue System : Hệ thống tự động hỗ trợ cứu nạn tàu thuyền. Hệ thống thông báo vị trí tàu thuyền của Cục cảnh giới bờ biển Mỹ cho các tàu buôn từ 1000 grt trở lên trên các tuyến đường dài hơn 24 giờ, đến và đi từ khắp thế giới.

Answerback – Đây là một cách nhận dạng tùy ý cho các đài tàu Inmarsat SES, và được sử dụng để phát chuyển thông điệp. Dạng này phải có bốn từ (a – z , không có số).

AOR-E - Atlantic Ocean Region (East) : Vùng Bắc Đại Tây Dương (Đông), vùng bao phủ của vệ tinh INMARSAT

AOR-W -Atlantic Ocean Region (West) : Vùng Bắc Đại Tây Dương (Tây), vùng bao phủ của vệ tinh INMARSAT.

ARQ - Automatic Repetition reQuest : Yêu cầu tự động lặp lại - Còn được sử dụng từ " *Automatic Request Repeat* " Hay Đề nghị Tự động Nhắc lại - Qúa trình hiệu chỉnh sai số được sử dụng trong việc phát tin lưu trữ và chuyển tiếp *store-and-forward messaging,* bằng cách máy thu kiểm tra lỗi trong *hộp dữ liệu thu nhận,* và yêu cầu dừng phát để phát lại các hộp dữ liệu này.(chế độ hoạt động của TELEX cho các điểm làm việc giữa hai trạm).

ASCII – American Standard Code for Information Interchange : Bộ luật Tiêu chuẩn Mỹ về Trao đổi Thông tin.

Associated Rescue Co-ordination Center (ARCC) : Trung tâm phối hợp liên hiệp tìm cứu - Trung tâm được chỉ định bởi Cục Tìm Cứu quốc gia (SAR Agency) mà ở đó các trạm bờ của INMARSAT thực hiện việc gọi báo động bình thường.

AUSREP – Hệ thống thông báo vị trí tàu thuyền như AMVER, nhưng được vận hành bởi nước Úc.

Autolink RT - Vô tuyến điện thoại liên lạc tự đông -Bất kì tàu nào được lắp đặt thiết bị vô tuyến điện thoại liên lạc tự động có thể thực hiện cuộc gọi vô tuyến điện thoại, sử dụng bằng cách trực tiếp quay số ở các tần số VHF, MF hoặc HF, qua bất cứ trạm vô tuyến bờ nào đang hoạt động với dịch vụ Autolink RT

Automatic DSC operation at a ship station : Vận hành tự động Gọi Chọn Số tại đài tàu - Một chế độ hoạt động sử dụng các máy phát tự động điều hưởng, thích hợp với họat động không có người trực, cung cấp các báo nhận tự động sau khi nhận được cuộc gọi chọn số và truyền tự động tới các tần số làm việc thích hợp.

B9W - Phát tổng hợp: các biên độc lập, hệ thống tổ hợp với 1 hoặc nhiều kênh chứa thông tin được số hóa và lượng hóa cùng với 1 hoặc nhiều kênh chứa thông tin tương tự (Ví dụ tổ hợp của điện báo và điện thoại).

Beacon identification data or coding data - Dữ liệu nhận dạng và dữ liệu mã của Tiêu vô tuyến-Thông tin đã được mã số trong tiêu vô tuyến báo nạn và phù hợp với việc nhận dạng về phương tiện bị nạn.

Broadcasting - satellite service : Dịch vụ vệ tinh truyền thanh -Một dịch vụ vô tuyến viễn thông trong đó các tín hiệu được phát hoặc phát lại bởi các trạm không gian giúp cho công chúng có thể thu được trực tiếp.

Broadcasting service : Dịch vụ truyền thanh - Một dịch vụ vô tuyến viễn thông trong đó việc phát thanh nhằm mục đích cho mọi người đều có thể thu nhận được.

Bulletin Board (in a TMD channel) : Đây là gói dữ liệu thứ nhất được phát đi trên mỗi cấu trúc của kênh TMD(xem TMD). Nó chứa thông tin về cấu hình mạng Inmarsat C, và cũng chứa số cấu trúc hiện hành, được sử dụng bởi các đài tàu SES như là để điều chỉnh chuẩn.

Bulletin Board (in an E-mail service) : Một nhóm người thuê bao mà họ có mong muốn trao đổi thông tin qua dịch vụ thư điện tử.

Board – Các hiển thị trên màn hình đài tàu SES về BBER của kênh TDM, như là số đo chất lượng thu của đài tàu trên kênh tương ứng.

Call attempt - Gọi lấn chiếm - Một hoặc một số cuộc nối tiếp hướng đến cùng một trạm trên một hay nhiều tần số và trong một quãng thời gian tương đối ngắn (khoảng vài phút). Gọi lấn chiếm được coi là không thành nếu không nhận được báo nhận trong khoảng thời gian này.

Case-approval : Đây là sự phê chuẩn chính thức được đưa ra bởi Tổ chức INMARSAT về mẫu đài tàu SES, là mẫu tiêu biểu đang được phát triển sản xuất bởi các nhà máy, cho phép mẫu này được truy cập vào hệ thống liên lạc Inmarsat.

CCITT – Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique – Hội đồng tư vấn tới Hiệp hội Thông tin viễn thông Quốc tế (ITU). CCITT công bố các Tiêu chuẩn và các khuyến nghị làm cho các hệ thống viễn thông và các thiết bị trên toàn thế giới liên lạc được với nhau.

CBM - Conventional Buoy Marking :Việc đánh dấu phao thông thường

CCIR - International Radio Consultative Committee : Ủy ban Tư vấn Vô tuyến Quốc tế

CES : Coast Earth Station – Đài bờ.

CES TDM Channel : Kênh TDM được sử dụng bởi đài bờ CES để phát thông tin hệ thống và dữ liệu về địa chỉ các đài tàu SESs.

Channel Number : Kênh số – Đây là số đại diện cho tần số của kênh liên lạc Inmarsat C. được hiểu là một kênh logic.

Class 1 Inmarsat C SES : Đài tàu loại 1, có khả năng truyền bản tin Bờ – Tàu và Tàu – Bờ và báo động cứu nạn, nhưng không có khả năng thu các bản tin dạng EGC (xem EGC).

Class 2 Inmarsat C SES : Đài tàu loại 2, có khả năng hoạt động ở hai chế độ (do điện báo viên tự chọn)

- *Như loại 1, và có khả năng thu các bản tin EGC, khi không thuê trước Inmarsat C.*
- *Sẵn sàng cho việc thu bản tin EGC (nhưng không có khả năng truyền bản tin Inmarsat C ở chế độ này).*

Class 3 Inmarsat C SES : Đài tàu loại 3, có 2 máy thu độc lập, một để thu các bản tinInmarsat C hai chiều, cái kia có khả năng thu các bản tin EGC.

Closed network : Đây là 1 mạng tư nhân, truy cập vào nó là một nhóm hạn chế những người đăng ký sử dụng.

CNIS - Channel Navigation Information Service : Kênh dịch vụ thông tin hàng hải

Co-ordinator surface search - Đơn vị phối hợp tìm kiếm trên mặt biển : Một tàu, không thuộc đơn vị tìm cứu chuyên dụng, được chỉ định để phối hợp các hoạt động tìm cứu trong một vùng tìm kiếm đặc biệt.

Coast Earth Station (CES) - Trạm bờ mặt đất - Một trạm mặt đất trong dịch vụ vệ tinh cố định hoặc, trong một số trường hợp khác, ở dịch vụ vệ tinh hàng hải di động, được đặt tại một vị trí cố định trên đất liền tạo ra sự liên kết cho dịch vụ vệ tinh hàng hải di động. Thuật ngữ chung Land Earth Station (LES) cũng được ứng dụng cho một

trạm với các dịch vụ cho cả hai loại liên lạc mặt đất và hàng hải di động. Không có khác biệt nào về hoạt động giữa CES và LES

Coast radio station - Trạm vô tuyến bờ - Một trạm mặt đất trong dịch vụ hàng hải di động

Contracting goverment - Chính phủ thành viên - Một nước thành viên ký Công ước An toàn Sinh mạng trên biển SOLAS 1974.

COSPAS - Space system for search and distress vessels :Hệ thống tàu vũ trụ dùng cho việc tìm kiếm tàu thuyền bị nạn.

COSPAS- SARSAT system - Một hệ thống tìm cứu hỗ trợ bởi vệ tinh qũi đạo cực ở độ cao thấp và được thiết kế để định vị các tiêu vô tuyến báo nạn phát ở các tần số 121,5 Mhz và 406Mhz.

CROSS - Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage : Trung tâm giám sát và cứu nạn hàng hải hoạt động cấp vùng MRCC.

DF - Direction Finder : Máy vô tuyến tìm phương

DGPS - Differential Global Positioning System : Hệ thống định vị vi phân toàn cầu.

Digital Selective calling (DSC) System - Hệ thống gọi chọn số: Là kỹ thuật sử dụng mã số có khả năng thiết lập việc liên lạc, truyền thông tin giữa caé trạm vô tuyến với nhau, phù hợp với các khuyến nghị của ủy ban tư vấn vô tuyến quốc tế.

Direct printing Telegraphy - Điện báo in trực tiếp -Kỹ thuật điện báo tự động phù hợp với các khuyến nghị của ủy ban tư vấn vô tuyến quốc tế.

Distress Alerting - Báo động cấp cứu -Báo cáo nhanh và hữu hiệu về tai nạn tới một đơn vị có thể cung cấp hoặc phối hợp giúp đỡ.

Distress call - Cuộc gọi báo nạn - Một phần của trình tự liên lạc báo nạn bao gồm việc phát về một bản tin yêu cầu ưu tiên báo nạn và việc thu về sự hồi đáp của trạm bờ tiếp theo sự hồi đáp của trung tâm phối hợp tìm cứu.

Distress channel - Kênh báo nạn -Tổ hợp kênh giữa tàu bị nạn và trung tâm phối hợp tìm cứu. Kênh này bao gồm thiết bị trên tàu như

Teletype hoặc telephone, đài tàu, kênh vệ tinh, trạm bờ và mạng đầu cuối trên bờ ở trung tâm phối hợp tìm cứu.

Distress Message - Bản tin báo nạn - Các nội dung của bản tin được định nghĩa ở các điều khoản luật vô tuyến điện, RR3093, và có thể được định dạng như định nghĩa của INMARSAT và IMO GMDSS cho việc phát bản tin báo nạn.

Distress-priority Request message - Bản tin yêu cầu ưu tiên báo nạn - Một bản tin yêu cầu ưu tiên 3, từ tàu đến bờ, là ưu tiên cao nhất trong các cuộc gọi tàu - bờ đây là bản tin tín hiệu đã được đặt chương trình với INMARSAT.

DNIC - Data Network Identification Code : Mã nhận dạng mạng dữ liệu.

Downloading - Giảm nạp, giảm tải - Quá trình mà phía bờ truyền thông tin tới hệ thống Inmarsat-C và đài tàu mặt đất xong (vừa kết thúc phát), cho việc lưu trữ và sử dụng vào công việc xảy ra kế tiếp.

EGC - Enhanced Group Calling : Gọi theo nhóm.

E-mail - Electronic mail : Thư điện tử - Hệ thống xử lý chuyển tin toàn cầu, bằng cách những người đóng tiền cho dịch vụ *thương mại thư điện tử* trao đổi qua lại các bản tin và các tệp dữ liệu điện tử giữa caé máy tính. Các dịch vụ thư điện tử đã được cung cấp cho một số Trạm bờ Inmarsat-C.

Emergency Postion Indicating Radiobeacon (EPIRB) - Tiêu vô tuyến chỉ báo vị trí cấp cứu - Một trạm trong dịch vụ di động , sự phát xạ của nó có chủ định giúp các hoạt động tìm cứu.

Ephemeris data - Dữ liệu thiên văn - Một thông tin lập sẵn mà từ đó vị trí của vệ tinh so với trái đất được xác định tại bất kì thời điểm nào trong một khoảng thời gian nhất định.

EPIRB Regitration database - Đăng ký cơ sở dữ liệu của EPIRB - Một bản đăng kí được thiết lập và duy trì với mục đích:

a/ thiết lập việc gia nhập nhanh chóng và cập nhật việc đăng kí dữ liệu EPIRB vệ tinh bao hàm thông tin chi tiết của SAR và thông tin

riêng biệt của các EPIRB để các nhà chức trách của tổ chức tìm cứu sử dụng, và

b/ tạo khả năng gia nhập nhanh chóng vào các dữ liệu của tổ chức tìm cứu đã được các nhà chức trách SAR công nhận trong tiến trình báo nạn ở mọi tình huống.

Equivalent isotropically radiated power (EIRP): Sản phẩm nguồn cung cấp cho anten và khuếch đại anten

Fax - Facsimile.- Một thiết bị sử dụng để phát tài liệu gốc và nhận được bản copy fax. Inmarsat A, B, M phát fax hai chiều, Inmarsat C bị hạn chế.

Feeder link - Liên kết vô tuyến từ 1 trạm mặt đất ở 1 điểm cố định tới 1 trạm không gian.

Filtered alert data - Dữ liệu báo động đã được lọc - Rút gọn những bản tin dữ liệu báo động rườm rà từ cùng 1 tiêu vô tuyến ở hệ thống COSPAS-SARSAT khi thu nhận được 2 hoặc nhiều bản tin đồng dạng với nhau.

GMDSS - Hệ thống an toàn và báo nạn hàng hải toàn cầu, dịch vụ liên lạc toàn cầu dựa trên cơ sở sử dụng các hệ thống tự động cả ở vệ tinh cũng như trên mặt đất tạo sự báo động cấp cứu và truyền bá thông tin về an toàn hàng hải cho người đi biển.

GPS - Global Positioning System : Hệ thống định vị toàn cầu.

ICAO - Tổ chức hàng không dân dụng quốc tế.

Identifying : Nhận được đủ thông tin để quyết định, không có sự không rõ ràng ở đơn vị bị nạn.

IERS - International Earth Rotation Service : Dịch vụ quốc tế luân phiên trên mặt đất.

IHO - International Hydrographic Organization : Tổ chức địa lý thuỷ văn quốc tế.

IMO - International Maritime Organization : Tổ chức hàng hải quốc tế.

INMARSAT - International Maritime Satellite Organization : Tổ chức Vệ tinh Hàng hải Quốc tế, được thiết lập bởi Công ước về Tổ chức vệ tinh di động quốc tế được áp dụng từ 3/9/1976.

International DSC frequences - Các tần số được thiết kế theo các điều luật vô tuyến điện để sử dụng riêng cho việc gọi chọn số (DSC)

International NAVTEX Service - Dịch vụ NAVTEX quốc tế - Phát thanh phối hợp và thu tự động trên tần số 518 khz về thông tin an toàn hàng hải bởi các phương tiện in trực tiếp giải hẹp sử dụng Anh ngữ.

Inter-Satellite Service - Dịch vụ liên thông vệ tinh - Dịch vụ liên lạc viễn thông tạo sự liên kết giữa các vệ tinh nhân tạo.

IOR - Indian Ocean Region : Vùng Ấn độ dương , vùng bao phủ của vệ tinh INMARSAT.

ITU - International Telecommunication Union : Hiệp hội viễn thông quốc tế.

ITZ - Inshore Traffic Zone : Vùng giao thông ven bờ.

JASREP – Hệ thống thông báo vị trí tàu thuyền, như AMVER, nhưng hoạt động bởi nước Nhật.

L-Band EPIRB system - Hệ thống EPIRB vệ tinh hoạt động ở băng tần 1,6 Ghz thông qua dịch vụ vệ tinh địa tĩnh INMARSAT.

Land Earth Station (LES) - Xem Coast Earth Station (CES) và Mobile Earth Station (MES).

Land Mobile Earth Station (LMES) - Xem Mobile Earth Station (MES).

Local user terminal - Một trạm mặt đất thu nhận tín hiệu báo động từ các vệ tinh COMPAS và SARSAT, nhận được vị trí của tiêu vô tuyến, khôi phục và kiểm tra thông tin đã mã hoá.

Locating – Xác định vị trí -Tìm kiếm tàu thuyền , máy bay , phương tiện và người bị nạn.

Locating signals - Phát sóng nhằm tìm kiếm các phương tiện di động bị nạn hoặc định vị vị trí người bị nạn bằng Máy vô tuyến tầm phương hoặc Radar tần số 9 Ghz.

Log-in : Hành động đã được thực thi ở Đài tàu SES Inmarsat-C thông báo cho Trạm phối hợp mạng NCS trong vùng rằng đài tàu đang sẵn sàng liên lạc.

MAREP - Mariner Reporting System : Hệ thống trình báo của thuyền viên.

Maritime Distress Channel - Kênh báo nạn hàng hải - 1 kênh vệ tinh INMARSAT giữa tàu bị nạn và trạm bờ ấn định việc hồi đáp bản điện yêu cầu ưu tiên báo nạn.

Maritime mobile satellite service - Dịch vụ vệ tinh di động hàng hải , gồm các trạm di động đặt trên tàu, các trạm trên máy bay cứu sinh, các phao tiêu chỉ baó vị trí khẩn cấp.

Maritime Mobile Service - Dịch vụ di động hàng hải, giữa các trạm bờ và các đài tàu, giữa các đài tàu với nhau, hoặc liên kết giữa các trạm liên lạc trên tàu, các trạm trên máy bay cứu sinh và các EPIRB cũng tham gia vào dịch vụ này.

Maritime Safety Information (MSI) - Thông tin an toàn hàng hải - Thông báo khí tượng và hàng hải , dự báo thời tiết, báo động khẩn cấp và thông tin liên quan khẩn cấp về an toàn khác phát thanh đến các tàu.

Maritime SAR plan - Kế hoạch tìm cứu hàng hải -Kế hoạch phát triển của các nước ven biển tuân theo sự thoả thuận chính thức của các thành viên liên quan, dựa trên cơ sở các thiết bị đã được SAR tuyên bố, và kèm theo sự giàn xếp thích hợp để tạo các dịch vụ tìm cứu theo Công ước SAR 1979.

METAREA : Meteorological Area : Vùng khí tượng - tương ứng với NAVAREA theo định nghiã của IMO (xem NAVAREA).

Mission Control Center (MCC) - Trung tâm điều khiển công việc - Thành phần của hệ thống mặt đất của COMPAS - SARSAT thu nhận dữ liệu báo động từ các trạm sử dụng địa phương của nó và phân phối thông tin này tới các trung tâm tìm cứu thành viên cũng

như các MCC khác. Trung tâm điều khiển công việc MCC cũng có thể nhận dữ liệu báo động từ các MCC khác, nhận và phân phối thông tin hệ thống COMPAS-SARSAT.

MCC service area - Vùng phục vụ của Trung tâm điều khiển công việv - Là vùng mà MCC chụi trách nhiệm phân phối dữ liệu báo động từ COSPAS-SARSAT ,khu vực phục vụ kèm theo các vùng phục vụ phụ của các trung tâm tìm cứu SAR.

MES - Mobile Earth Stations - Các trạm mặt đất di động - Cho mục đích hành hải chúng được đặt theo thuật ngữ Ship Earth Stations (SES) - Đài tàu mặt đất và ở trên bờ chúng được đặt theo thuật ngữ Land Earth Stations (LES) hoặc Land Mobile Earth Stations (LMES).

MID - Maritime Identification Digits : Các chữ số nhận dạng hàng hải.

Mission Control Centre (**MCC**) - Trung tâm điều khiển công việc - Thành phần hệ thống mặt đất COSPAS-SARSAT, thu nhận dữ liệu báo động từ các trạm đầu cuối của nó và phân phát thông tin này tới các đơn vị thành viên Tìm Cứu SAR , liên hệ và hoặc gửi tới các MCC khác. Trung tâm điều khiển công việc cũng có thể thu nhận dữ liệu báo động từ các Trung tâm MCC khác và phân phát nó.

MMSI - Maritime Mobile Selective-call Identity code - Mã đặc tính gọi chọn di động hàng hải (phù hợp với việc gọi chọn số GMDSS - DSC).

Modem : *Modulator - Demodulator :* Bộ Điều chế - Bộ Giải điều - Thiết bị sử dụng để phát dữ liệu số cùng với các đường truyền *Mạng hộp chuyển dữ liệu* PSTN, bằng cách biến đổi (điều chế) dạng tương tự ở thời điểm kết thúc phát, và hoàn lại (hoàn điệu) dạng số ở thời điểm kết thúc thu.

MRCC - Maritime Rescue Co-ordination Centre : Trung tâm phối hợp cứu nạn hàng hải.

MRSC - Maritime Rescue Sub-Centre : Trung tâm phụ cứu nạn hàng hải.

MSA - Maritime Safety Agency : Sở hoặc Cục an toàn hàng hải.

National DSC frequencies - Các tần số gọi chọn số quốc gia - Các tần số được ấn định cho các trạm bờ riêng biệt hoặc nhóm các trạm mà ở đó cuộc gọi DSC được phép tiến hành. Việc sử dụng các tần số này phải phù hợp với các điều luật vô tuyến điện.

NAVAREA - Navigation Warning Service Area (world-wide) : Từ viết tắt của khu vực dịch vụ thông báo hàng hải toàn cầu.

NAVAREA warning - Thông báo phát thanh tầm dài phát đi bởi khu vực điều phối của dịch vụ thông báo hàng hải toàn cầu cho vùng của nó và phát thanh bởi CRS và CES bao phủ toàn bộ vùng mà ở đó vùng điều phối phải chịu trách nhiệm, và phần của vùng kế cận.

Navigation Safety Communications - Liên lạc an toàn hàng hải - Liên lạc vô tuyến VHF trên tàu với mục đích hỗ trợ cho việc di chuyển an toàn của tàu.

NAVTEX - Narrow Band Direct Printing telegraphy system : Hệ thống điện báo in trực tiếp giải hẹp cho việc phát các thông báo hàng hải và khí tượng và thông tin khẩn cấp tới tàu thuyền.

NBDP - Narrow Band Direct Printing :In trực tiếp giải hẹp, điện báo tự động.

NCS - Network Co-ordination Station :Trạm phối hợp mạng (cho INMARSAT).

NM - Notice to Mariners : Thông cáo cho người đi biển.

OCC - Operation Control Centre : Trung tâm điều khiển vận hành (cho INMARSAT).

On-scene commander (OSC) : Sĩ quan chỉ huy bộ phận cứu nạn được bổ nhiệm để điều phối các hoạt động tìm cứu trong vùng tìm kiếm đã được định rõ.

On-scene communications : Liên lạc giữa tàu bị nạn và các đơn vị trợ giúp.

Polar Orbiting Satellite Service : Dịch vụ vệ tinh quĩ đạo cực - Dịch vụ dựa vào các vệ tinh bay theo quĩ đạo cực, chúng thu nhận và tiếp sức các báo động tai nạn từ các EPIRB và cung cấp thông tin về vị trí của các EPIRB này.

POR - Pacific Ocean Region : Vùng Thái Bình Dương, vùng bao phủ của vệ tinh INMARSAT.

Port Operation Service : Dịch vụ hoạt động trong cảng - Dịch vụ hàng hải di động trong cảng hoặc gần cảng giữa các trạm bờ và đài tàu hoặc giữa các đài tàu với nhau, nơi mà các bản tin bị hạn chế do liên quan tới hoạt động điều hành, di chuyển và an toàn của tàu thuyền, trong trường hợp khẩn cấp, liên quan tới an toàn của con người. Nó không bao gồm quan hệ liên lạc công cộng.

Positioning : Định vị - Xác lập vị trí địa lý của đơn vị bị nạn (bình thường được diễn tả bằng đơn vị đo độ và phút của Kinh, Vĩ độ).

Preventive Actions : Hành động dự phòng - Thu nhập, sắp xếp và phổ biến thông tin hoặc thực hiện các hành động khác, một mặt giúp cho việc làm giảm thiểu số lượng sự cố tai nạn, mặt khác khi tai nạn xuất hiện nó giúp tạo điều kiện thuận lợi cứu nạn hoặc xúc tiến hoạt động Tìm Cứu SAR.

PV- Pilot Vessel : Tàu hoa tiêu.

QTG : Request (QTG ?) : Yêu cầu, hoặc thừa nhận từ đó, về việc phát các tín hiệu vô tuyến cho việc sử dụng hoặc kiểm tra máy vô tuyến tìm phương DF.

R.: Trạm bờ cung cấp dịch vụ QTG.

Radiolocation-Satellite-Service : Dịch vụ vệ tinh vô tuyến, sử dụng với mục đích định vị vô tuyến.

Radio Regulations : Những điều luật vô tuyến điện, đã có hiệu lực, theo Công ước Viễn thông Quốc tế.

Radiotelegraph auto alarm : Báo động vô tuyến điện báo tự động - Thiết bị thu nhận báo nạn tự động, hồi đáp tín hiệu báo động vô tuyến và xác nhận tín hiệu báo động vô tuyến này.

RC - Non-Directional Radiobeacon : Tiêu vô tuyến phát vô hướng.

RD - Directional Radiobeacon : Tiêu vô tuyến phát định hướng.

Rescue Co-ordination Centre (RCC) : Trung tâm phối hợp cứu nạn - Đơn vị chụi trách nhiệm tăng cường hiệu quả tổ chức các dịch

vụ tìm kiếm và cứu hộ và phối hợp hướng dẫn , chỉ đạo các hoạt động Tìm Cứu trong vùng tìm cứu SAR.

Rescue unit : Đơn vị cứu nạn - Là 1 đơn vị gồm có những người đã được huấn luyện và các thiết bị thích hợp để phục vụ cho việc Tìm Cứu SAR.

Responsible Operator Position (ROP) : Vị trí điện báo viên đương trách - Là vị trí cuộc gọi báo nạn được ưu tiên gửi tới nơi điện báo viên xử lý cuộc gọi tuân thủ các chỉ dẫn của quốc gia. Vị trí này có thể là nơi làm việc của các nhà chức trách của Cục Tìm Cứu quốc gia SAR hoặc cuả Cục Viễn thông. Vị trí của điện báo viên đương trách (ROP) có thể ở Trạm bờ CES, Trung tâm truyền tải viễn thông, Cục Tìm Cứu/ Trung tâm phối hợp cứu hộ hoặc điều khiển từ xa từ các nơi ghi ở trên.

RG - Radio Direction -finding Station : Trạm vô tuyến tìm phương.

RW - Rotating Pattern Radiobeacon : Tiêu vô tuyến giản đồ xoay.

SAR - Search and Rescue : Tìm kiếm và Cứu hộ.

SAR co-ordinating communications : Liên lạc phối hợp Tìm Cứu - Các liên lạc cần thiết cho công tác phối hợp của tàu thuyền và máy bay tham gia tìm cứu (do bởi sự cố tại nạn xảy ra).

SAR point of contract (SPOC) : Địa điểm giao dịch Tìm Cứu - Trong hệ thống COSPAS-SARSAT các Trung tâm điều khiển công việc (MCCs), các Trung tâm phối hợp cứu hộ (RCCs), và những địa điểm khác do nhà nước thiết lập và công nhận để giao dịch có nhiệm vụ phối hợp truyền tải nhanh chóng và hiệu quả dữ liệu báo động tạo đủ khả năng tìm cứu người bị nạn.

SARSAT - Search and Rescue Satellite Aided Tracking : Vệ tinh tìm cứu - Việc hỗ trợ truy tìm bằng vệ tinh cho hoạt động tìm cứu.

SART - Search and Rescue Radar Transponder : Tiêu Radar phát báo Tìm Cứu.

Satellite EPIRB : Một trạm mặt đất trong dịch vụ vệ tinh di động, việc phát sóng của nó tạo thuận lợi cho hoạt động tìm kiếm.

Sea area A1, A2, A3, A4 : Trong hệ thống GMDSS, thiết bi vô tuyến đòi hỏi phải lắp đặt trên tàu được quyết định dựa theo nguyên tắc vùng hoạt động của tàu. Những vùng này đã được định rõ là các vùng biển A1, A2, A3, A4. Xem cụ thể trong Giáo trình này.

Search and rescue region : Vùng có kích cỡ đã được định rõ nằm trong khu vực có thể tạo các dịch vụ tìm cứu.

Service area - Một phần của thế giới mà trong đó Trung tâm điều khiển công việc (MCC) cung cấp được dịch vụ phân bố dữ liệu báo động COSPAS-SART.

SHIPPOS - Ship Position Reporting Service : Dịch vụ đưa tin vị trí tàu.

Ship Earth Station (SES) : Đài tàu mặt đất -Một đài mặt đất di động trong dịch vụ vệ tinh di động hàng hải được đặt trên tàu thuyền.

Ship Moverment Service : Một dịch vụ an toàn trong dịch vụ hàng hải di động như dịch vụ các hoạt động trong cảng hoặc gần cảng giữa các trạm bờ và đài tàu hoặc giữa các đài tàu với nhau, nơi mà các bản tin bị hạn chế do liên quan tới hoạt động điều hành, di chuyển và an toàn của tàu thuyền, trong trường hợp khẩn cấp, liên quan tới an toàn của con người. Nó không bao gồm quan hệ liên lạc công cộng.

SOLAS - Safety of Life at Sea : An toàn sinh mạng trên biển.

Space Segment : Khâu vệ tinh – Bao gồm các vệ tinh liên lạc của Tổ chức Inmarsat.

Special Access Code : Mã truy cập đặc biệt – Mã địa chỉ dự định được sử dụng gửi bản tin Tàu – Bờ và Bờ – Tàu để truy cập theo một dịch vụ đặc biệt được cung cấp bởi Đài bờ CES.

Store-and-forward messaging : Lưu trữ và chuyển tiếp bản tin - Một nghị định thư được sử dụng bởi hệ thống INMARSAT-C truyền một văn bản hoặc dữ liệu trong *hộp dữ liệu* đến thiết bị thu . Thông tin hiệu chỉnh sai số có thể được chứa đựng trong các hộp này tạo khả năng cho máy thu thực hiện *yêu cầu tự động nhắc lại* AQR.

SURNAV - Systém Francais de comptes rendus de movements (French information and surveillance service for marine navigation : Dịch vụ thông tin và giám sát của Pháp cho ngành hàng hải).

Survival craft : Máy bay có khả năng đứng vững, thực hiện được việc cứu người bị nạn khi tàu đang chìm.

Survival craft station : Một đài di động trong dịch vụ hàng hải di động hoặc trong dịch vụ hàng không di động được chỉ định với mục đích duy nhất là cứu sinh được đặt trên thuyền cứu sinh, bè cứu sinh hoặc các thiết bị cứu sinh khác.

System Message : Bản tin hệ thống – Bản tin EGC, tạo thành từ Inmarsat NOC, NCS hoặc CES, chứa thông tin liên quan đến hệ thống Inmarsat C. Bản tin này được truyền đi trên kênh công cộng NCS, và có thể thu được bởi các đài tàu SESs với máy thu EGC có khả năng đồng bộ với Kênh công cộng này.

TDM – Time Division Multiplex – Đa lộ phân thời.

Time of closest approch (TCA) : Là thời điểm mà vệ tinh bay qua cận điểm của tiêu vô tuyến (điểm tiếp cận gần nhất giữa vệ tinh và tiêu vô tuyến).

VLCC - Very Large Crude Carrier : Tàu chở dầu thô cực lớn.

VTM - Vessel Traffic Management : Quản lý giao thông tàu thuyền.

VTS - Vessel Traffic System : Hệ thống dẫn tàu trong luồng.

WARC - World Administrative Radio Conference : Hội nghị quản lý vô tuyến điện thế giới.

WMO - World Meteorological Organization : Tổ chức khí tượng thế giới.

World-Wide Navigation Warning Service (WWNWS) : Dịch vụ thông báo hàng hải toàn cầu - Dịch vụ được thiết lập bởi Tổ chức hàng hải quốc tế và Tổ chức địa lý thuỷ văn quốc tế cho mục đích phối hợp các cuộc phát sóng về các thông báo vô tuyến hàng hải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G. J. SONNENBERG, FRIN (1988), *Radar and Electronic Navigation,* Butterworths.

2. L. TETLEY & D. CALCUTT, (1991), *Electronic Aids to Navigation Position Fixing,* EDWARD ARNOLD.

3. DAVID WELLS and Collective Authors (1983), *Guide To GPS Positioning,* CANADIAN GPS ASSOCIATION.

Biên soạn TS. TRẦN CẢNH VINH

HÀNG HẢI KỸ THUẬT

DẪN ĐƯỜNG HÀNG HẢI BẰNG VỆ TINH

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Chịu trách nhiệm xuất bản : TS. Nguyễn Xuân Thuỷ
Biên tập : ThS. Hoàng Chí Dũng
Sửa bài : ThS. Đỗ Thành Sen, Ks. Lê Tròn Vình
Vẽ bìa : ThS. Đỗ Thành Sen

In 1000 bản tại Xưởng in Trường Đại học Giao thông Vận tải TP. Hồ Chí Minh
Giấy phép xuất bản số : 131/XB – QLXB, ngày 29 tháng 1 năm 2003
In xong và nộp lưu chiểu tháng 5 năm 2003